



**Pedro Miguel Lopes Bravo**

Licenciatura em Engenharia Mecânica

## **Estudo de Melhoria do Planeamento e Controlo da Manutenção numa Empresa Metalomecânica**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia  
Mecânica

Orientador: Professora Doutora Helena Victorovna  
Guitiss Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Presidente: Prof. Doutor Jorge Joaquim Pamies Teixeira

Arguentes: Prof. Doutor Fernando Manuel Martins Cruz

Prof. Doutor José António Mendonça Dias

Vogal: Prof. Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Março 2013**







## **Copyright**

Copyright em nome de Pedro Miguel Lopes Bravo, da FCT/UNL e da UNL.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## **Agradecimentos**

A todos aqueles que contribuíram para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento, em especial:

À Professora Helena V. G. Navas pelo conhecimento e saber que me foi transmitido, pela paciência, confiança, e disponibilidade que demonstrou sempre ao longo deste trabalho.

À Empresa A. J. Costa (Irmãos), pela oportunidade de realizar este trabalho.

A toda a minha família, em especial aos meus pais e irmã, Ezequiel, Maria e Filipa pelo apoio e incentivo sempre presentes, bem como no empenho interessado e atuante com a minha formação universitária.

À minha namorada e amiga Inês, pela força, incentivo, paciência e compreensão que demonstrou com os meus horários durante a realização deste trabalho.

A todos os meus amigos que de forma sábia me aconselharam e apoiaram em todos os momentos.

Ao meu amigo e colega de trabalho Engenheiro Rui Martins pela colaboração na formatação desta dissertação.





## **Resumo**

A presente dissertação foi elaborado no âmbito da realização de um estágio numa empresa do sector eletromecânico fabricante de equipamento hospitalar, sendo o objetivo deste trabalho, analisar e melhorar as metodologias para o planeamento e controle da manutenção.

Ao longo do texto, são realçadas as atividades realizadas para todas as etapas de melhoria do planeamento e controle da manutenção, pois cada procedimento é importante para atingir os objetivos. Apresentam-se também as atividades e fluxos a serem seguidos para a execução dos processos dentro desta área. São descritas as fases necessárias para a elaboração de um plano de manutenção, assim como a sua importância dentro de toda a estrutura organizacional da empresa. É destacada a importância e as vantagens da implantação de um sistema informatizado capaz de dar todo o suporte necessário para o planeamento e controlo da manutenção na empresa.

## **Palavras-chave**

-Manutenção, planeamento, controlo, sistema informatizado.



## **Abstract**

This thesis is the result of an internship in a company operating in the electro mechanic sector, hospital equipment maker, and the aim of this research, analyze and improve methodologies for planning and controlling maintenance.

Throughout the text, are highlighted the activities undertaken to improve all stages of planning and control of maintenance, because each procedure is important in achieving objectives. It also presents the activities and flows to be followed for the execution of processes within this area. There are described the steps required to prepare a maintenance plan, as well their importance within the entire organizational structure of the company. It highlighted the importance and the advantages of implementing a computerize system capable of providing all the necessary support for the planning and control of maintenance in company.

## **Keywords**

-Maintenance, planning, control, computerized system.



# Índice

<i>Copyright</i>	V
<i>Agradecimentos</i>	VII
<i>Resumo</i>	IX
<i>Abstract</i>	XI
<i>Índice</i>	XIII
<i>Índice Figuras</i>	XVII
<i>Índice Tabelas</i>	XIX
<i>Nomenclatura</i>	XX
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Enquadramento e Objetivos	1
1.2 Estrutura da Dissertação	1
<b>2 Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.</b>	<b>3</b>
2.1 Introdução	3
2.2 Esterilização	4
<b>3 Manutenção Industrial</b>	<b>5</b>
3.1 Introdução	5
3.2 História da Manutenção	5
3.3 Conceito da Manutenção	6
3.4 Normalização	7
3.5 Missão da Manutenção	8
3.6 Objetivos da Manutenção	8
3.7 Importância da Manutenção	9
3.8 Manutenção e Ambiente	10
3.9 Manutenção e Qualidade	10
3.10 Tipos de Manutenção	10
3.10.1 Manutenção Corretiva	10
3.10.2 Manutenção Preventiva	11
3.10.3 Manutenção Preditiva	12
3.11 TPM – Manutenção Produtiva Total	20
3.12 RCM – Manutenção Centrada na Fiabilidade	22
3.12.1 Fiabilidade	24
3.12.2 Manutibilidade	25
3.12.3 Disponibilidade	26

<b>3.13</b>	<b>Engenharia de Manutenção</b>	<b>26</b>
<b>3.14</b>	<b>Estratégias de Manutenção</b>	<b>27</b>
3.14.1	Definição das Estratégias de Manutenção	27
<b>3.15</b>	<b>Qualidade na Manutenção</b>	<b>28</b>
<b>3.16</b>	<b>PCM - Planeamento e Controlo da Manutenção</b>	<b>29</b>
3.16.1	Programa de manutenção	30
3.16.2	Planificação de Manutenção	31
3.16.3	Planeamento de Manutenção	32
3.16.4	Preparação e Lançamento de Trabalhos	34
3.16.5	Controlo e Registos de Manutenção	34
<b>3.17</b>	<b>Sistemas Informatizados no Planeamento e Controlo da Manutenção</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b><i>Processo Produtivo na Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.</i></b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Resumo do Processo Produtivo</b>	<b>37</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Layout da Área de Produção</i></b>	<b>38</b>
4.2.1	Secção 2 – Corte e Quinagem	38
4.2.2	Secção 5 – Mecânica	38
4.2.3	Secção 6 – Soldadura	38
<b>5</b>	<b><i>Análise das Atuais Atividades de Manutenção na Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.</i></b>	<b>39</b>
<b>5.1</b>	<b>Manutenção Corretiva</b>	<b>39</b>
<b>5.2</b>	<b>Manutenção Preventiva</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b><i>Planeamento e Controlo da Manutenção na Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.</i></b>	<b>41</b>
<b>6.1</b>	<b>Equipamento Produtivo Selecionado para o Plano de Manutenção</b>	<b>41</b>
<b>6.2</b>	<b>Manutenção Necessária para os Equipamentos Selecionados</b>	<b>42</b>
<b>6.3</b>	<b>Codificação dos Equipamentos e Itens Sujeitos a Manutenção</b>	<b>44</b>
<b>6.4</b>	<b>Proposta para Sistema Informatizado de Planeamento da Manutenção</b>	<b>45</b>
<b>6.5</b>	<b>Programa de Manutenção</b>	<b>46</b>
6.5.1	Equipamentos	47
6.5.2	Peças	53
6.5.3	Mão-de-Obra	55
6.5.4	Relatório de Serviço	57
6.5.5	Ordem de Serviço	60
6.5.6	Planeamento	63
<b>7</b>	<b><i>Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros</i></b>	<b>67</b>
<b>7.1</b>	<b>Conclusões</b>	<b>67</b>
<b>7.2</b>	<b>Sugestão para futuros trabalhos a desenvolver</b>	<b>68</b>
	<b><i>Referências Bibliográficas</i></b>	<b>69</b>
	<b><i>Referências Bibliográficas de Apoio</i></b>	<b>71</b>

<i>Anexo A – Layout das Secções Produtivas</i>	73
<i>Anexo B – Equipamento Produtivo Selecionado para o Plano de Manutenção</i>	77
<i>Anexo C - Componentes Fabricados</i>	89
<i>Anexo D – Documentos de Manutenção</i>	91
<i>Anexo E – Tabelas com o Plano de Lubrificação CASTROL</i>	95
<i>Anexo F – Tabelas com o Plano de Manutenção AJC</i>	98
<i>Anexo G – Tabela com Ações de Manutenção AJC</i>	105
<i>Anexo H – Equipamento de Manutenção Preditiva</i>	107





## Índice Figuras

Figura 2.1 – Equipamentos e acessórios AJC ( <a href="http://www.ajcostairmaos.com/index.php/">http://www.ajcostairmaos.com/index.php/</a> ) .....	3
Figura 3.1 - Iceberg de custos (Cabral,1998) .....	9
Figura 3.2 - Esquema de execução da manutenção preditiva.....	12
Figura 3.3 - Termografia num sistema elétrico (Sullivan,2004) .....	15
Figura 3.4 - Termografia num sistema mecânico (Sullivan,2004).....	15
Figura 3.5 - Câmara termográfica ( <a href="http://www.archipproducts.com">http://www.archipproducts.com</a> ) .....	16
Figura 3.6 - Análise de lubrificante ( <a href="http://ctgls.com.au/oil-cleanliness-iso-4406/">http://ctgls.com.au/oil-cleanliness-iso-4406/</a> ).....	17
Figura 3.7 - Análise de ultrassons ( <a href="http://www.multierri.com.br/">http://www.multierri.com.br/</a> ) .....	18
Figura 3.8 - Análise de vibrações ( <a href="http://www.fluke.com">http://www.fluke.com</a> ) .....	19
Figura 3.9 - Análise de motor ( <a href="http://www.ips.us/field-services/predictive-preventive-maintenance/">http://www.ips.us/field-services/predictive-preventive-maintenance/</a> ) .....	20
Figura 3.10 - Tempo médio entre falhas .....	24
Figura 3.11 - Distribuição de avarias (Monchy,1989) .....	25
Figura 3.12 - Estrutura de código.....	31
Figura 4.1 - Esquema do processo produtivo .....	37
Figura 5.1 - Plano de manutenção preventiva anexado ao equipamento .....	40
Figura 6.1 - Menu Manutenção .....	46
Figura 6.2 - Menu Manutenção 2013 .....	46
Figura 6.3 - Menu 1. Equipamentos .....	47
Figura 6.4 - Menu 1.1 Secção 2 .....	47
Figura 6.5 - Menu 1.1.3 Quinadeira (202.03) .....	48
Figura 6.6 - Folha de cálculo do desempenho.....	51
Figura 6.7 - Pasta do histórico do equipamento 202.03 .....	52
Figura 6.8 - Gráfico de gastos em peças .....	55
Figura 6.9 - Gráfico de horas de mão-de-obra .....	56
Figura 6.10 - Menu 3. Relatório de Serviço .....	57
Figura 6.11 - Relatório de serviço .....	58
Figura 6.12 - Pasta do histórico dos relatórios de serviço.....	59
Figura 6.13 - Menu 6. Ordem de Serviço.....	61
Figura 6.14 - Ordem de serviço.....	62
Figura A.1 - Planta da empresa A.J. Costa (Irmãos) .....	73
Figura A.2 - <i>Layout</i> da secção de corte e quinagem .....	74
Figura A.3 - <i>Layout</i> da secção de mecânica .....	75
Figura A.4 - <i>Layout</i> da secção de soldadura .....	76
Figura B.1 - Guilhotina "ADIRA" modelo GH0-1030.....	77
Figura B.2 - Quinadeira "ADIRA" modelo "QHA 4512" .....	77
Figura B.3 - Quinadeira "ADIRA" modelo "QH 6025" .....	78
Figura B.4 - Quinadeira "ADIRA" modelo "QH 6025" .....	78
Figura B.5 - Máquina de cantos "FIM" modelo "V204" .....	79
Figura B.6 - Engenho de furar "STRANDS" modelo "S68" .....	79
Figura B.7 - Máquina de corte por jacto de água "Flying Bridge" modelo "5015" .....	80
Figura B.8 - Máquina de corte por jacto de água "WMC" modelo "3020" .....	80
Figura B.9 - Prensa mecânica "Mecânica Exacta" modelo "CPE90" .....	81
Figura B.10 - Prensa hidráulica "ADIRA" modelo "PHDM 400 tons." .....	81
Figura B.11 - Centro maquinaria C.N.C. "TEM" modelo "BF-3200" .....	82

Figura B.12 - Centro maquinação C.N.C. "LAGUN " modelo "MC1000" .....	82
Figura B.13 - Centro maquinação C.N.C. "MTE" modelo "BF-2200" .....	83
Figura B.14 - Torno C.N.C. "TRAUB" modelo "TNM 42" .....	83
Figura B.15 - Torno C.N.C. "VICTOR" modelo "V. Turn – 16" .....	84
Figura B.16 - Torno C.N.C. "DAEWOO" modelo "PUMA 400" .....	84
Figura B.17 - Serrote Fita "MEGA" modelo "BS-300" .....	85
Figura B.18 - Engenho de furar "PowerShop" modelo "L-1" .....	85
Figura B.19 - Máquina de soldar MIG "FRONIUS" modelo "Transpluls Synergetic 2700" .....	86
Figura B.20 - Máquina de Soldar MIG "FRONIUS" modelo "Transpluls Synergetic 2700" .....	86
Figura B.21 - Máquina de Soldar TIG "MIGATRONIC" modelo "Navigator 3000" .....	87
Figura B.22 - Máquina de Soldar TIG "HOBART" modelo "TigWave 250" .....	87
Figura B.23 - Máquina de soldar TIG "FRONIUS" modelo "FK2200" .....	88
Figura C.1 - Peças cortadas e quinadas na secção de corte e quinagem .....	89
Figura C.2 - Peças fresadas, furadas e roscadas na secção de mecânica .....	89
Figura C.3 - Peças torneadas na secção de mecânica .....	90
Figura C.4 - Peças soldadas na secção de soldadura .....	90
Figura D.1 - Relatório de assistência técnica externa .....	91
Figura D.2 - Plano de manutenção preventiva .....	92
Figura D.3 - Plano de lubrificação CASTROL para um equipamento .....	93
Figura D.4 - Desenho técnico do equipamento 202.03 .....	94
Figura H.1 - Viscosímetro .....	107
Figura H.2 - Aparelho de análise ultrassónica .....	107

## Índice Tabelas

Tabela 3.1 - Periodicidade de Manutenção Preditiva (Mariano,2009).....	14
Tabela 6.1 - Equipamento selecionado para o planeamento .....	41
Tabela 6.2 - Codificação .....	44
Tabela 6.3 - Tabela de manutenção do equipamento de código 202.03.....	53
Tabela 6.4 - Tabela do histórico de peças .....	54
Tabela 6.5 - Tabela de mão-de-obra.....	56
Tabela 6.6 - Tabela de registos de relatórios de serviço .....	60
Tabela 6.7 - Tabela de planeamento da manutenção.....	64
Tabela E.1 - Tabela de lubrificação dos equipamentos da secção 2 .....	95
Tabela E.2 - Tabela de lubrificação dos equipamentos da secção 5 .....	96
Tabela E.3 - Tabela de lubrificação dos equipamentos da secção 6 .....	97
Tabela F.1 - Tabela de manutenção dos equipamentos da secção 2 .....	98
Tabela F.2 - Tabela de manutenção dos equipamentos da secção 5 .....	101
Tabela F.3 - Tabela de manutenção dos equipamentos da secção 6 .....	104
Tabela G.1 - Tabela de ações de manutenção .....	105

## Nomenclatura

AJC, A.J.Costa

AISI, *American Iron Steel Institute*

APMI, Associação Portuguesa de Manutenção Industrial

CTMF, Curva tempo médio de falha

CT, Comissão Técnica

CEN/TC, Comissão Técnica Europeia

CNC, *Computer Numerical Control*

DEMI, Departamento Engenharia Mecânica e Industrial

DOP, Disponibilidade Operacional

D, Disponibilidade

Di, Disponibilidade Intrínseca

Do, Disponibilidade Operacional

EUA, Estados Unidos da América

FCT-UNL, Faculdade Ciências e Tecnologia-Universidade Nova de Lisboa

Hz, Hertz

ISM, Itens Significativos para Manutenção

IR, *Infrared*

JMA, *Japan Management Association*

MIG, *Metal Inert Gas*

MCA, *Motor Circuit Analysis*

MCSA, *Motor Current Signature Analysis*

MC, Manutenção Corretiva

MP, Manutenção Preventiva

MPD, Manutenção Preditiva

MTBF, *Mean Time Between Failures*

MTTR, *Mean Time to Repair*

MTTF, *Mean Time to Failure*

NP EN, Norma Portuguesa Norma Europeia

N, Numero de Avarias

ONS, Organismo de Normalização Setorial

OEE, *Overall Equipment Efficiency*

OT, Ordem Trabalho

OS, Ordem Serviço

PCM, Planeamento e Controlo da Manutenção

RCM, *Reliability Centered Maintenance*

TIG, *Tungsten Inert Gas*

TBF, *Time Between Failures*

TPM, *Total Productive Maintenance*

TTR, *Time to Repair*

Tfe, Tempo de Funcionamento Efetivo

Tf, Tempo de Funcionamento

Tpar, Tempo de Paragens

Tv, Taxa de Velocidade

Tct, Tempo do Ciclo Teórico

Tcr, Tempo do Ciclo Real

Tfu, Taxa de Funcionamento Útil

Tq, Taxa Qualidade

VBA, *Visual Basic for Applications*

KPI, *key performance indicators*

$\lambda$ , Taxa de Avarias



# **1 Introdução**

## **1.1 Enquadramento e Objetivos**

A proposta de realização desta dissertação surgiu com a oportunidade de realização de um estágio profissional numa empresa do ramo metalomecânico, fabricante de equipamentos hospitalares.

A presente dissertação tem como objetivo analisar as metodologias e atividades de manutenção existentes atualmente na empresa, assim como estudar novos métodos para melhorar todo o processo de manutenção. Pretende-se analisar e aplicar novas metodologias de manutenção, através de um novo plano, com o objetivo de ajudar a empresa a ter menos paragens de produção e gastos com intervenções corretivas, permitindo ter saúde financeira para introduzir os seus produtos no mercado, com qualidade superior e preço competitivo.

A empresa A.J. Costa (Irmãos) fabrica e comercializa esterilizadores a vapor, lavadores desinfetadores, e vários acessórios do ramo hospitalar. É uma pequena média empresa, com 60 anos de história, que possui um vasto leque de equipamentos produtivos, com diferentes características e idades, onde um bom plano de manutenção é fundamental. Nesse sentido surgiu a oportunidade de desenvolver um projeto conjunto, entre a A.J. Costa (Irmãos) e o DEMI, FCT-UNL, para o estudo de melhorias das ações de manutenção na empresa.

## **1.2 Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos, ao longo dos quais se distribuem as seguintes matérias tratadas.

No capítulo 1 é efetuada uma pequena introdução ao tema da dissertação, e é apresentada a estrutura da mesma.

No capítulo 2 é efetuada uma apresentação á empresa A.J. Costa (Irmãos) e ao seu ramo de trabalho.

No capítulo 3 é efetuada uma apresentação sobre a manutenção industrial. Este capítulo encontra-se dividido em dezassete subcapítulos:

No subcapítulo 3.1 faz-se uma introdução á manutenção.

No subcapítulo 3.2 é descrita a história da manutenção e a sua evolução.

No subcapítulo 3.3 são referenciados vários conceitos de manutenção por diversos autores.

No subcapítulo 3.4 são descritas as normas referentes á manutenção.

No subcapítulo 3.5 é apresentada a missão da manutenção.

No subcapítulo 3.6 são apresentados os diferentes objetivos da manutenção.

No subcapítulo 3.7 é destacada a importância da manutenção.

No subcapítulo 3.8 é conjugada a relação entre a manutenção e o ambiente.

No subcapítulo 3.9 é conjugada a relação entre a manutenção e a qualidade.

No subcapítulo 3.10 são explicados os diversos tipos de manutenção existentes.

No subcapítulo 3.11 é apresentada a temática manutenção produtiva total.

No subcapítulo 3.12 é apresentada a temática manutenção centrada na fiabilidade.

No subcapítulo 3.13 é definida a engenharia de manutenção.

No subcapítulo 3.14 são apresentadas estratégias de manutenção.

No subcapítulo 3.15 é apresentado a qualidade na manutenção.

No subcapítulo 3.16 é apresentada a temática planeamento e controlo da manutenção.

No subcapítulo 3.17 são apresentadas as vantagens de aplicar sistemas informatizados no planeamento e controlo da manutenção.

No capítulo 4 é apresentado o processo produtivo da empresa AJC. Este capítulo é dividido em dois subcapítulos:

No subcapítulo 4.1 é feito um resumo do processo produtivo.

No subcapítulo 4.2 é feita uma descrição ao *layout* da área de produção.

No capítulo 5 é analisado o atual processo de manutenção na empresa. Este capítulo é dividido em dois subcapítulos:

No subcapítulo 5.1 é descrito o atual processo de manutenção corretiva.

No subcapítulo 5.2 é descrito o atual processo de manutenção preventiva.

No capítulo 6 é descrito o planeamento e controlo da manutenção na empresa. O capítulo é dividido em cinco subcapítulos:

No subcapítulo 6.1 é feita uma apresentação dos equipamentos produtivos selecionados para o plano de manutenção.

No subcapítulo 6.2 é apresentada a manutenção necessária ao equipamento selecionado.

No subcapítulo 6.3 é explicada a codificação dos equipamentos e itens sujeitos a manutenção.

No subcapítulo 6.4 é apresentada e explicada a proposta de implementação de um sistema informático para o planeamento e controlo da manutenção.

No subcapítulo 6.5 é descrito e explicado todo o programa de manutenção.

No capítulo 7 são apresentadas as conclusões desta dissertação, bem como sugestões de futuros trabalhos a desenvolver. Este capítulo divide-se em dois subcapítulos:

No subcapítulo 7.1 são apresentadas as conclusões.

No subcapítulo 7.2 são sugeridos futuros trabalhos a desenvolver.



## 2 Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.

### 2.1 Introdução

Com o objetivo de fazer face às necessidades médico-hospitalares, surgiu em 1953 a A.J. Costa (Irmãos), uma empresa inovadora, fabricante de esterilizadores a vapor, lavadores desinfetadores, geradores de vapor e vários utensílios em aço inoxidável.

Com 60 anos de experiência, investigação e desenvolvimento, a AJC possui uma vasta gama de equipamentos que se ajustam inteiramente às necessidades de qualquer hospital, clínica ou laboratório, introduzindo sempre tecnologias inovadoras, na conceção, fabrico e montagem dos mesmos garantindo fiabilidade e qualidade distinta. (<http://www.ajcostairmaos.com/index.php/>)

Na figura 2.1 está representada a gama de equipamentos e acessórios fabricados.



**Figura 2.1 – Equipamentos e acessórios AJC** (<http://www.ajcostairmaos.com/index.php/>)

Todos os equipamentos e acessórios são fabricados em aço inoxidável altamente resistente à corrosão, AISI 316 e AISI 304.

A conceção de um equipamento dá-se em várias etapas desde a ordem de fabrico até ao produto final. Uma grande parte dos componentes é fabricada na empresa, onde a matéria-prima é trabalhada e transformada por equipas especializadas nas secções de corte e quinagem, soldadura e mecânica.

Contudo a AJC desenvolveu um sistema de gestão da qualidade certificado, que cumpre com as normas europeias, EN ISO 9001 e EN ISO 13485, dando também cumprimento à diretiva 97/23/CE e 2007/47/CE para os recipientes sob pressão. (<http://www.ajcostairmaos.com/index.php/>)

## **2.2 Esterilização**

(Luqueta,2007) A utilização do vapor como agente para esterilizar, é uma prática comum mesmo antes dos primeiros estudos de microbiologia comprovarem a sua eficácia.

Segundo antigos registros, o uso de vapor para a conservação de alimentos foram feitos no século XVI mas foi a partir do século XIX que se começou a usar esta técnica para esterilizar artigos, materiais, alimentos, entre outros.

Um esterilizador funciona com uma fonte de calor na base do dispositivo que gera energia necessária para a vaporização da água no seu interior, e à medida que o vapor vai sendo gerado, a mistura ar – vapor vai sendo retirada por uma válvula na parte superior do recipiente, até se obter o máximo de vapor saturado, a uma dada temperatura e pressão, iniciando-se a contagem de tempo de exposição, para realizar um determinado ciclo. Ao terminar o ciclo, descarrega-se o vapor da câmara e retira-se o material estéril.

Com o avanço tecnológico e novos desafios microbiológicos, surgiram equipamentos mais desenvolvidos, utilizando bombas de vácuo para retirar o ar em vez do sistema gravítico, onde o controle passou de eletromecânico a eletrónico analógico, e posteriormente, para eletrónico digital.

## 3 Manutenção Industrial

### 3.1 Introdução

(Lima,2012) Do latim *manus tenere* surgiu a palavra manutenção, que significa manter o que se tem e está na história desde o início da utilização de instrumentos para a produção. Com a Revolução Industrial no início do século XVIII, veio a grande capacidade de produção, em que a presença de equipamentos sofisticados de alta produtividade trouxe os custos elevados de inatividade. Com esta realidade percebeu-se que não basta ter equipamento produtivo, é necessário saber tirar o máximo partido de forma racional. Baseado nesta ideia, as técnicas de organização, planeamento e controle nas empresas sofreram uma enorme evolução.

(Monchy,1989) Foi durante a Segunda Guerra Mundial que a manutenção se afirmou com uma necessidade absoluta, notando-se um grande desenvolvimento nas técnicas de organização. “Manutenção” decorre de um vocábulo militar, que nas companhias de combate significava, manter todos os homens e seus equipamentos a um nível constante de operação. Na década de 1950, aparece efetivamente o termo “manutenção” nos EUA e na Europa, que se consolida rapidamente ocupando aos poucos os meios produtivos das empresas, no seguimento da palavra “conservação”.

Devido ao rápido aperfeiçoamento dos instrumentos de produção, e ao firme crescimento dos meios de comunicação, o capitalismo arrasta os povos ao consumo, mesmo os dos países mais pobres. Para que estes consigam “sobreviver” neste contexto, é necessário que os meios de produção adquiram tecnologia de ponta, excelentes recursos humanos, programas de qualidade sólidos, produtos competitivos e também um eficaz plano de manutenção, tornando o produto final mais acessível a todos.

O planeamento e controlo da manutenção é vital para a saúde de uma empresa. É a manutenção industrial que é responsável por manter os equipamentos em excelentes condições, permitindo á empresa ter saúde financeira para introduzir os seus produtos no mercado, com qualidade superior e preço competitivo.

Este trabalho tem como objetivo entender e criar um plano de manutenção numa empresa. A introdução de metodologias organizacionais é crucial, e devido á evolução no campo da informática e eletrónica o trabalho é cada vez mais fiável e eficiente. Porém a introdução de uma nova tecnologia só apresenta bons resultados se for praticada por pessoas treinadas para a total utilização das facilidade e benefícios oferecidos.

### 3.2 História da Manutenção

(Pascoli, 1994) Foi no século X que se registou os primeiros indícios de manutenção, quando os *Vikings* dependiam bastante da manutenção para manter os barcos e equipamento em boas condições para as batalhas.

Foram nos últimos 100 anos que a história e o desenvolvimento da manutenção acompanharam o desenvolvimento industrial.

(Tavares,1999) Em 1914 a manutenção era praticada pelo próprio pessoal da empresa, tendo uma importância secundária. Com a primeira guerra mundial e as exigências do sistema produtivo, *Henry Ford* criou equipas para controlar e garantir o bom funcionamento dos equipamentos.

(Pinto, A. 2002) Nos últimos 30 anos a manutenção desenvolveu-se bastante, dividindo-se em três gerações, cada uma delas com as suas características e contributos.

A primeira geração corresponde ao período antes da segunda guerra mundial, período em que a indústria era pouco mecanizada, surgindo a manutenção corretiva. Este tipo de manutenção é aplicado quando existe uma falha num equipamento ou no ativo da empresa, restabelecendo o seu normal funcionamento.

A segunda geração inicia-se com a segunda guerra mundial, dando início à manutenção preventiva. É nesta época que se começa a analisar os custos da manutenção. Começa-se a dar outra importância ocupando uma posição hierárquica ao nível da própria produção. É nesta altura que é criada a Engenharia de Manutenção com o intuito de desenvolver e planear a manutenção, e na década de 60 com o aparecimento do computador, a manutenção começa a utilizar métodos de controlo computadorizados.

A manutenção preventiva caracteriza-se pela intervenção, em determinados intervalos de tempo antecipando possíveis falhas.

A partir da década de 70 inicia-se a terceira geração, altura em que os conceitos da manutenção preventiva são fundamentados na performance e no desempenho dos equipamentos. Surge a manutenção preditiva através de técnicas que fornecem diagnósticos preliminares de falhas dos equipamentos.

A partir desta altura, impulsionadas pelo aumento da competitividade e pelo desenvolvimento tecnológico surgem rápidas transformações nas organizações, levando as empresas a autênticas revoluções nos seus sistemas produtivos.

A manutenção deve ser gerida através de uma administração moderna, agindo estrategicamente através de um processo de gestão, contribuindo para a eficácia do processo produtivo.

### **3.3 Conceito da Manutenção**

Atualmente existem várias definições de manutenção, dependendo das diferentes referências bibliográficas.

(Monchy,1989) “ elemento chave tanto para a produtividade das indústrias quanto para a qualidade dos produtos. É um desafio industrial que implica, voltar a discutir as estruturas atuais inertes e promover métodos adaptados à nova natureza dos materiais.”

(Pinto, C., 1999) “uma combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas a bens ou equipamentos para otimização do seu ciclo de vida.”

(Monks,1987) ”uma atividade desenvolvida com o intuito de manter o equipamento ou outros bens, em condições de melhor apoiar e corresponder às metas organizacionais.”

(Cabral,1998) “um conjunto de ações desenvolvidas com o intuito de assegurar o bom funcionamento das máquinas e instalações. Devendo ser assegurado, que estas são intervencionadas no momento certo e com a extensão necessária, de forma a evitar que avariem ou que baixem o seu rendimento. No caso de tal acontecer, devem ser repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, a um custo global otimizado.

(APMI,2011), Definida pela norma NP EN 13306:2007, “ Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.”

### 3.4 Normalização

As Normas são acordos documentados e voluntários, originadas de um acordo entre partes interessadas, aprovados por um Organismo de Normalização reconhecido, que criam regras, guias ou características de produtos ou serviços, através de resultados consolidados, científicos, técnicos ou experimentais.

A Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (A.P.M.I.) é o Organismo de Normalização Sectorial (O.N.S.) nos domínios da atividade “Manutenção Industrial” desde dezembro de 1991, e divulga a normalização na manutenção junto de todos os sectores da atividade da manutenção. (<http://www.apmi.pt/normaliza%C3%A7%C3%A3o>)

A CT94 é a Comissão Técnica coordenada pelo O.N.S. A.P.M.I. responsável pela elaboração de normas da atividade “Manutenção Industrial”, e que acompanha os trabalhos da Comissão Técnica Europeia, CEN/TC 319 “*Maintenance Standardization*”.

Tradução e Elaboração de NP (Normas Portuguesas) desenvolvidas pela CT 94:

#### **NP EN 13306:2007 – Terminologia da Manutenção**

Norma Portuguesa editada que especifica termos genéricos e definições para as áreas técnicas, administrativa e de gestão da manutenção.

Não se aplica aos termos usados para a manutenção de aplicações informáticas. (<http://www.apmi.pt/normaliza%C3%A7%C3%A3o>)

#### **NP EN 13269:2007 - Manutenção – Instruções para a preparação de contratos de manutenção**

Norma Portuguesa editada que se aplica:

- a relações entre contratantes e fornecedores de serviços de manutenção nacionais ou estrangeiros;
- a toda a gama de serviços de manutenção incluindo o planeamento, a gestão e o controlo;
- a todo o tipo de equipamento com exceção de programas informáticos, a menos que o programa informático seja sujeito a manutenção como parte integrante e em conjunto com o equipamento técnico.

#### **NP EN 15341:2009 – Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção**

Esta norma portuguesa descreve um sistema de gestão de indicadores (KPI) para medir o desempenho da manutenção, sob a influência de diversos fatores, tais como: económicos, técnicos e organizacionais. Estes indicadores servem para a avaliação e melhoria da eficiência e eficácia de forma a atingir-se a excelência da manutenção dos bens imobilizados. (<http://www.apmi.pt/normaliza%C3%A7%C3%A3o>)

#### **NP EN 13460:2009 – Manutenção – Documentação para a manutenção**

Esta norma portuguesa especifica as linhas de orientação geral para:

- A documentação técnica que deverá ser fornecida com um bem antes de este ser posto em serviço, de forma a apoiar na sua manutenção.

- A informação/documentação a ser estabelecida durante a fase operacional do bem, de forma a apoiar necessidades da manutenção.

#### **NP 4483:2009 – Implementação de sistemas de gestão da manutenção**

Esta norma portuguesa é um guia que tem por finalidade definir os requisitos de um sistema eficaz de gestão da manutenção, permitindo que as organizações definam uma política de manutenção e alcancem os objetivos de desempenho dos seus processos. A norma visa aumentar a satisfação do cliente através da aplicação eficaz do sistema, incluindo processos para melhoria contínua, tendo como base os requisitos do cliente e os requisitos regulamentares aplicáveis. (<http://www.apmi.pt/normaliza%C3%A7%C3%A3o>)

A normalização na manutenção tem muita importância, pois permite a universalidade de conceitos e termos na manutenção, a uniformização dos indicadores da manutenção e a uniformização da documentação técnica de manutenção.

### **3.5 Missão da Manutenção**

A missão da manutenção segundo (Kardex,2002) é “Garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a poder atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.”

(Pinto,V.,1994) A lubrificação, o ensaio, a limpeza, a reparação, a substituição, a modificação, a inspeção, a calibração, a revisão, ou o controlo de condições são exemplos de funções desempenhadas pela manutenção, coordenadas conforme as características e a função do equipamento, sistema ou instalação em questão.

A ação de manutenção abrange, não só equipamentos industriais, como também instalações de energia, gases ou fluidos, veículos, redes de comunicação, entre outros.

### **3.6 Objetivos da Manutenção**

(Pinto,V.,1994) Os objetivos da manutenção devem estar perfeitamente enquadrados com os objetivos globais da empresa, desenvolvendo um trabalho positivo segundo vários pontos divergentes, tais como a segurança, qualidade, custo e produtividade.

A segurança das pessoas, dos equipamentos, da comunidade, deve ser um ponto sempre a ter em consideração na manutenção, não sendo negociável.

A qualidade é também um dos objetivos da manutenção, permitindo a um produto ou serviço ter todas as propriedades e características, determinando a sua aptidão para satisfazer as expectativas do cliente. Melhores rendimentos dos equipamentos, o mínimo de defeitos de produção e melhores condições de higiene.

O custo de produção é analisado pela manutenção com procura de soluções que minimizem o custo total do produto.

É pretendido da manutenção que reduza ao mínimo as paragens programadas e as paragens por avaria disponibilizando os equipamentos para uma maior, melhor e regular produção, contribuindo para o cumprimento dos prazos planeados.

Certamente, é bastante difícil otimizar todos estes fatores em simultâneo, sendo o objetivo da manutenção encontrar um plano estruturado compatível com os objetivos da empresa, para operar nas melhores condições de qualidade, custo, produção, e segurança.

### 3.7 Importância da Manutenção

(Pinto,V.,1994) A manutenção é de extrema importância sendo praticada por três razões fundamentais.

Por razões económicas, para maximizar o investimento feito em equipamentos e instalações, mantendo-os operacionais o máximo tempo possível. Para reduzir ao mínimo as interrupções, os desperdícios, o material não conforme, evitando reclamações. Reduzir também os consumos de energia e fluidos, e conseguir um melhor aproveitamento dos recursos humanos.

A figura 3.1 conhecida como o iceberg dos custos representa os custos diretos e os custos indiretos.

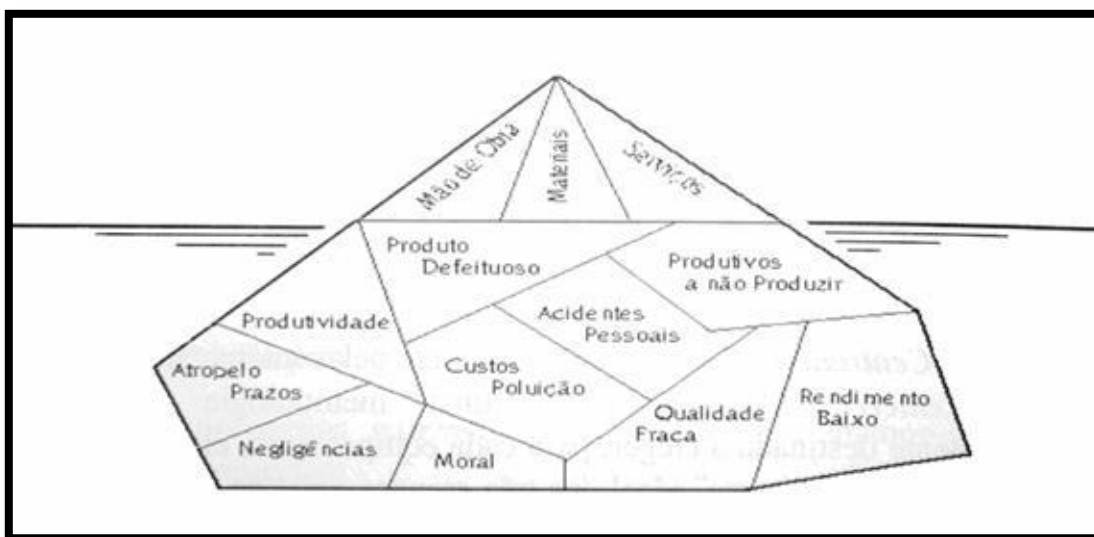


Figura 3.1 - Iceberg de custos (Cabral,1998)

Por razões legais, pois a legislação obriga a prevenir situações de insegurança como acidentes, situações de transtorno como ruído, fumos ou cheiros, situações de poluição como emissões gasosas, descargas líquidas e resíduos sólidos.

Por exemplo, o ruído e a vibração são duas formas de poluição bastante evidentes no meio industrial e no ambiente em geral, sendo a perda auditiva, causada por ruído excessivo no local de trabalho, considerada atualmente como a doença ocupacional mais comum na União Europeia. (<https://osha.europa.eu/pt/topics/noise>)

Por razões sociais, porque existem situações em que grupos sociais são afetados pelo funcionamento dos equipamentos, quer seja por efeitos incómodos ou nocivos, em que muitas vezes exercem pressões para a redução ou anulação desses efeitos. Em alguns casos não existe intervenção legal, mas para preservar a imagem da empresa é justificável a introdução de medidas de manutenção apropriadas.

### **3.8 Manutenção e Ambiente**

(Pinto,V.1994) A poluição ambiental prejudica bastante o funcionamento dos ecossistemas, chegando a matar várias espécies animais e vegetais, onde também o homem é prejudicado, pois depende inteiramente dos recursos naturais para sobreviver.

A contaminação de águas, solos e ar ocorre com a libertação no meio ambiente de lixo industrial, gases poluentes, elementos químicos, entres outros.

Sejam, estas emissões, consequência da degradação ou desafinação dos equipamentos, é dever da manutenção intervir para reduzir o risco de fugas contaminantes.

### **3.9 Manutenção e Qualidade**

(Pinto,V.,1994) Os consumidores cada vez mais exigentes, e a crescente legislação de normas comunitárias de qualidade, requerem especial atenção para com a qualidade do produto final.

A manutenção pode e deve proporcionar melhorias na qualidade do produto final. As próprias ações de manutenção, que objetivamente servem para manter as boas condições de funcionamento dos equipamentos intervêm na qualidade do produto através da análise periódica de folgas e tolerâncias de mecanismos sujeitos a degradação garantindo o bom funcionamento dos mesmos, através da garantia de boa operação de mecanismos de controlo para estas mesmas ações de controlo serem rígidas, através da calibração de instrumentos de medida permitindo serem efetuadas as medições necessárias com rigor, e através da criação de boas condições ambientais para os equipamentos poderem operar em ótimas condições.

### **3.10 Tipos de Manutenção**

Existe ainda, alguma confusão em relação a nomenclatura aplicada para definir os tipos de manutenção devendo-se á atribuição de nomes diferentes de uma indústria para outra, e á tradução de línguas estrangeiras.

Embora os nomes possam variar, os conceitos devem estar bem definidos, para ser possível aplicar um determinado tipo de manutenção consoante o tipo de equipamento.

#### **3.10.1 Manutenção Corretiva**

(Monchy,1989) A manutenção corretiva é um tipo de manutenção que se aplica apenas quando ocorre uma falha ou avaria num sistema ou componente. A tarefa da equipa de manutenção neste cenário é de reparar a avaria o mais rápido possível.

(Monchy,1989) A manutenção corretiva consiste também em analisar o estado geral dos equipamentos, analisar e estudar as avarias repetitivas e os pontos críticos. Também faz parte deste tipo de manutenção agrupar as avarias por causa e elaborar esquemas contendo a sequência de cada processo de reparação.



É um tipo de manutenção que exige elevados tempos desde a deteção da avaria até o equipamento estar reparado. Com o objetivo de reduzir estes elevados tempos pode ser adotada a seguinte estratégia:

- Meios humanos especializados e bons procedimentos de manutenção com objetivo de melhorar o tempo de resposta á falha
- Intercâmbio para diminuir os tempos de paragem devido a substituição de componentes danificados
- Projeto de equipamento com aspetos redundantes que viabilizem a sua utilização durante a reparação do equipamento de modo a reduzir os tempos de paragem
- Projetos de equipamentos com fácil acesso reduzindo parcialmente o tempo despendido para aceder ao local da falha
- Durante a fase do projeto, é necessário ter especial atenção ao fator humano em relação as dimensões e pesos dos componentes assim como as instruções de manutenção e todos os aspetos que podem reduzir o tempo na prática de manutenção corretiva

Os custos associados a este tipo de manutenção são os custos de reparo, tais como mão-de-obra, componentes substituídos, e consumíveis, e ainda custos pelo facto de a produção parar e vendas perdidas.

Para minimizar estes custos e acelerar o processo de reparação, existem medidas a ter em consideração, tais como o aumento das equipas de manutenção, ter sistemas sobressalentes ou secundários para substituir, e implementar procedimentos de emergência.

Infelizmente estas medidas são relativamente caras, e são eficazes só a curto prazo.

### **3.10.2 Manutenção Preventiva**

(Monchy,1989) Na manutenção preventiva, o equipamento é sujeito a ações de manutenção antes de ocorrer a falha ou avaria. A frequência de ações de manutenção é planeada e aplicada conforme as necessidades determinadas.

A manutenção preventiva visa eliminar as inspeções e ações de manutenção desnecessárias para implementar ações de manutenção adicionais mais objetivas, ou seja, onde e quando for necessário e de concentrar os esforços nos itens mais críticos.

(Pinto, A. 2002) Quanto maior forem as consequências das falhas maior é a justificação para se implementar um sistema de manutenção preventiva. Esta análise implica um estudo dos custos de realizar a manutenção preventiva e o custo de operar o equipamento até á avaria. A inspeção assume um papel crucial nas estratégias da manutenção preventiva. Inspeções estas que são planeadas com o objetivo de identificar uma ação corretiva antes que a falha ou avaria ocorram. A manutenção preventiva realizada em intervalos regulares resulta numa redução da taxa de falhas e avarias.

(Cabral,1998) De um modo mais abrangente este tipo de manutenção pretende:

- Aumentar a fiabilidade dos equipamentos através da redução da ocorrência de avarias em serviço
- Incrementar a vida útil de um determinado equipamento
- Regular a carga de trabalho
- Melhorar o planeamento dos trabalhos
- Simplificar a gestão de *stocks*
- Promover a segurança das intervenções a realizar nos equipamentos
- Reduzir os acontecimentos imprevistos

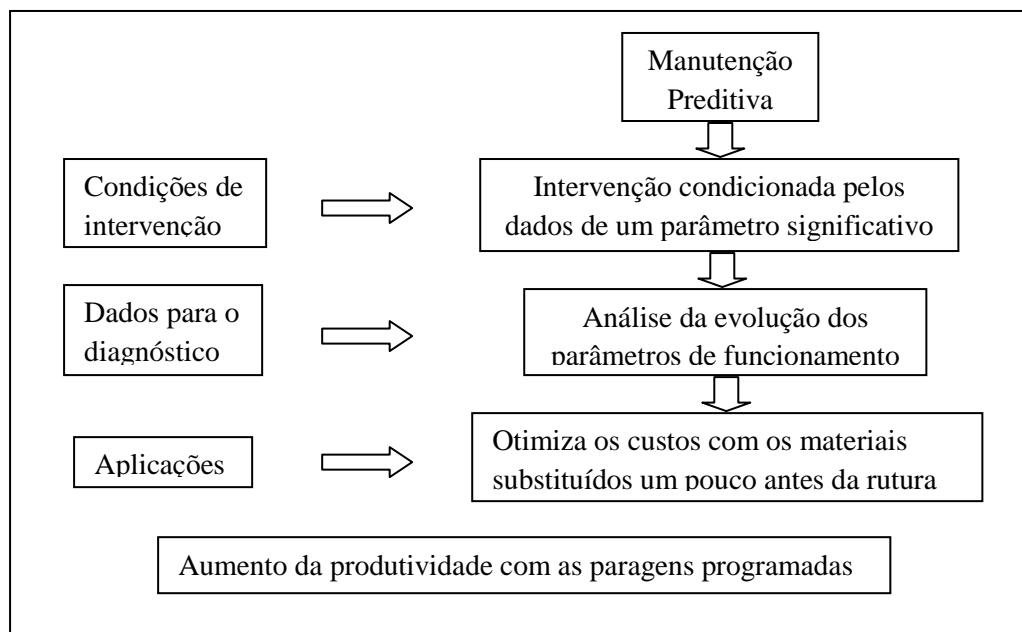
(Sullivan,2004) A manutenção preventiva permite um considerável aumento da vida útil de um determinado equipamento, reduzindo a ocorrência de falhas e uma consequente poupança de recursos sendo cerca de 12 a 18% menos dispendioso em relação á manutenção corretiva. Por outro lado não é possível eliminar totalmente a ocorrência de uma falha, sendo então necessário praticar manutenção corretiva. É necessário muito trabalho por parte dos responsáveis da manutenção devido á realização de várias tarefas nos demais equipamentos previamente estipulado. São também efetuadas substituições em diversos componentes desnecessariamente, pois a vida útil de cada um é diferente, não acontecendo a falha na altura estatisticamente prevista.

Estando envolvidos custos significativos na realização de manutenção preventiva, especialmente durante as paragens programadas, um bom planeamento é fundamental.

### 3.10.3 Manutenção Preditiva

(Sullivan,2004) A manutenção preditiva tem como objetivo detetar o aparecimento de algum tipo de degradação para a corrigir antes da deterioração significativa do componente ou equipamento. As capacidades de diagnóstico da manutenção preditiva têm evoluído bastante com os avanços em tecnologias de sensores nos últimos anos. A sua capacidade sensitiva, a redução de tamanho e, mais importante, o custo, abriram uma área totalmente nova para o profissional de manutenção.

A figura seguinte representa o esquema de execução da manutenção preditiva.



**Figura 3.2 - Esquema de execução da manutenção preditiva**

Como em qualquer introdução de uma nova tecnologia, a aplicação de formação adequada é de extrema importância pois é um tipo de manutenção que se tornou muito sofisticada e voltada para a tecnologia.

A maioria dos especialistas do setor referem que para a aquisição deste tipo de equipamento é obrigatório uma devida implantação, formação de operadores, e equipamento de monitorização e reparação.

(Pinto, A. 2002) A aplicação da manutenção preditiva não dispensa os outros tipos de manutenção. Faz o acompanhamento direto das condições mecânicas, rendimento do sistema e outros indicadores para eliminar intervenções preventivas desnecessárias, diminuir custos e prazos das intervenções através do conhecimento antecipado dos defeitos a serem corrigidos.

O processo de manutenção preditiva permite elevar o tempo de vida dos componentes, incrementando a sua viabilidade de utilização. A ocorrência de falhas catastróficas vão sendo totalmente eliminadas e quando existem têm uma ocorrência relativamente baixa neste processo de manutenção. A necessidade de existência de *stock* de peças sofre um decréscimo substancial pois é possível prever a ocorrência da falha no equipamento e consequente aplicação de processos de corretivos. Estudos realizados afirmam que a utilização de um programa de manutenção preditivo é mais económico 10 a 12% que a utilização de um programa preventivo. Do mesmo modo a manutenção corretiva, é 30 a 40% mais dispendiosa do que a utilização da manutenção preditiva. Para além do facto de poder existir um retorno de 10 vezes o investimento realizado, existe uma redução dos custos de manutenção entre 25% a 30%, caindo a ocorrência de avarias para valores de 70 a 75%. Sendo uma necessidade constante das empresas manterem a sua produção sem interrupções, a utilização deste tipo de manutenção permite reduzir a inatividade dos equipamentos em 35% a 45% em relação à utilização de manutenção corretiva, podendo a produção sofrer um aumento de 20 a 25%.

Como principais desvantagens associadas a este tipo de manutenção pode-se realçar o elevado custo dos equipamentos a adquirir. Do mesmo modo é imprescindível formar os técnicos de manutenção no modo de utilização dos demais equipamentos de monitorização, tendo este processo elevados custos associado.

A tabela **3.1** representa a periodicidade de algumas ações de manutenção preditiva.

**Tabela 3.1 - Periodicidade de Manutenção Preditiva (Adaptado de Mariano,2009)**

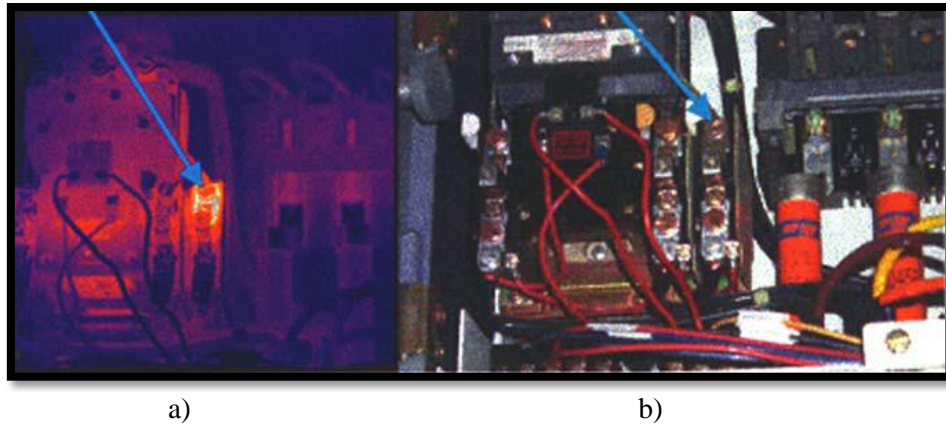
<b>Métodos Utilizados</b>	<b>Equipamentos Vigia</b>	<b>Periodicidade da Verificação</b>
Medição de vibração	Todas as máquinas giratórias de potência média ou máxima e/ou equipamentos críticos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motores;</li> <li>• Redutores;</li> <li>• Compressores;</li> <li>• Bombas;</li> <li>• Ventiladores.</li> </ul>	3.000 a 1.500 horas
Análise dos óleos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redutores e circuitos hidráulicos</li> <li>• Motores</li> </ul>	6 Meses
Termografia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipamento de alta-tensão</li> <li>• Distribuição de baixa-tensão</li> <li>• Componentes eletrônicos</li> <li>• Equipamentos com componentes refratários</li> </ul>	12 Meses

### **3.10.3.1 Termografia**

(Sullivan,2004) A termografia por infravermelhos é um processo de geração de imagens visuais através da radiação emitida pelas superfícies dos objetos, pois qualquer objeto, em temperaturas superiores a zero absolutos, emite energia IR (radiação) proporcional a sua temperatura. Este espectro de radiação é medido por meio de um instrumento com detetores sensíveis á radiação, conforme representado na figura 3.5, que gera uma imagem bidimensional refletora da radiação na superfície do objeto. Existem vários fatores que podem prejudicar o funcionamento de um componente ou sistema, que resulta normalmente numa alteração da temperatura. Com este tipo de tecnologia o operador consegue detetar essa alteração de temperatura, que de outra forma passaria despercebido ate que o componente falhasse resultando numa reparação excessiva e na paragem da produção.

Aplicações:

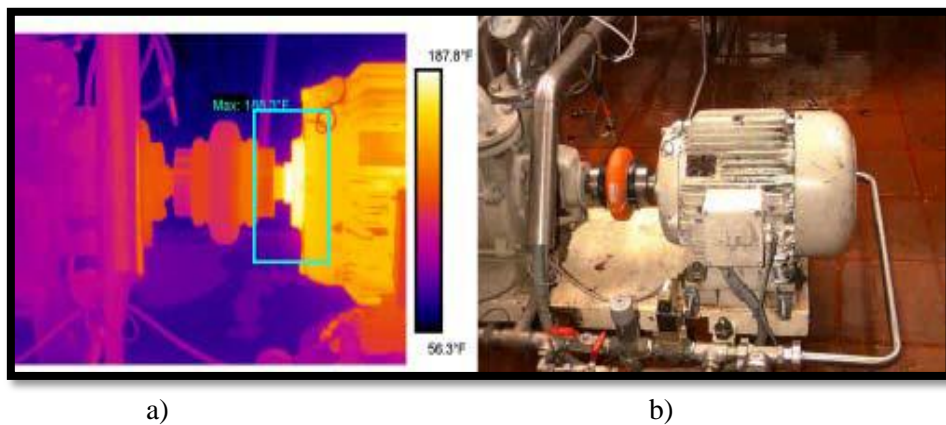
- Sistemas Elétricos



**Figura 3.3 - Termografia num sistema elétrico (Sullivan,2004)**

- a) Imagem refletora da radiação na superfície do objeto
- b) Imagem do objeto

- Sistemas Mecânicos



**Figura 3.4 - Termografia num sistema mecânico (Sullivan,2004)**

- a) Imagem refletora da radiação na superfície do objeto
- b) Imagem do objeto

A figura 3.5 representa uma câmara termográfica.



Figura 3.5 - Câmara termográfica (<http://www.archiproductions.com>)

### 3.10.3.2 *Análise de Óleos*

(Sullivan,2004) A análise de lubrificantes é uma das ferramentas da manutenção preditiva mais antigas, usada ainda hoje.

Como o nome indica, realiza, em laboratório, análises precisas dos lubrificantes conforme representado na figura 3.6, para definir o estado do óleo, o estado do sistema de lubrificação, e o estado do equipamento.

Para analisar o estado do óleo são realizados testes para determinar a sua viscosidade, índice de acidez, bem como a presença e / ou a eficácia dos aditivos de óleo, tais como aditivos anti desgaste, anti oxidantes, inibidores de corrosão e agentes anti espuma.

Para analisar a integridade do sistema de lubrificação são feitos testes ao teor de água, silicone e outros contaminantes, dependendo da concepção do sistema.

Para analisar o estado do equipamento é avaliado e quantificado a existência de partículas (ferro, cobre, níquel, estanho, cromo, alumínio, e chumbo) devido ao desgaste geradas pelo atrito entre peças metálicas.

Relacionando a degradação do sistema com os resultados da análise do lubrificante, é possível determinar práticas de manutenção ou práticas operacionais realizadas indevidamente, tais como a contaminação durante a mudança de óleo, a realização de uma limpeza inadequada após a reparação de uma avaria, a adição de um lubrificante impróprio ou a má utilização do equipamento.

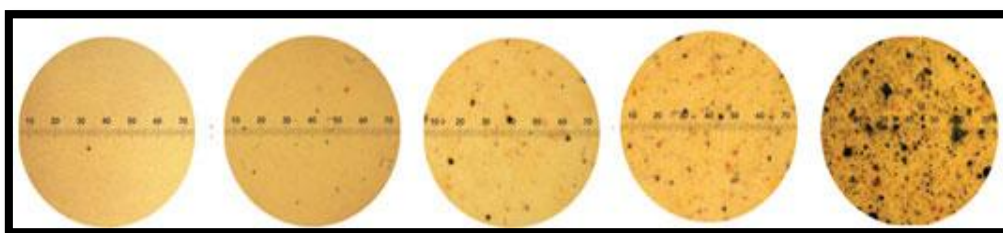
Existem vários tipos de testes específicos:

- Teste de Água *Karl Fisher* – A concentração de água no lubrificante danifica as suas propriedades assim como provoca a corrosão nos componentes, indicando também possíveis fugas. Este teste permite determinar a quantidade existente de água no lubrificante.
- Espectroscopia ICP – Permite determinar a quantidade de metais presentes no lubrificante, devido ao desgaste dos componentes, devido a contaminações e aditivos.

- Contagem de partículas – Através da contagem e análise do tamanho de partículas determina-se a performance e limpeza do óleo.
- Teste de viscosidade – Este teste tem bastante relevância pois a viscosidade é a propriedade física mais importante de um lubrificante. Faz a medição da resistência de um lubrificante a fluir a uma determinada temperatura, indicando um número específico de viscosidade, que comparado com o óleo recomendado, se a diferença for de +- 15% é sinal de problema.
- Espectroscopia FT-IR – Determina a composição química do lubrificante, permitindo analisar a degradação do mesmo, contaminações e a inclusão de aditivos.
- Acidez – Mede a acidez do lubrificante. Uma elevada taxa de acidez é normalmente causada pela oxidação degradando as propriedades do lubrificante.

Existem empresas especializadas em realizar estes tipos de teste a um preço relativamente reduzido com resultados determinados num curto espaço de tempo, embora exista a hipótese de adquirir equipamentos próprios, e criar um laboratório permitindo obter resultados com mais rapidez e comodidade.

A figura 3.6 representa uma análise a um lubrificante realizado em laboratório.



**Figura 3.6 - Análise de lubrificante (<http://ctgls.com.au/oil-cleanliness-iso-4406/>)**

### 3.10.3.3 Análise Ultrassónica

(Sullivan,2004) Os ultrassons são ondas sonoras que percorrem uma distância relativamente curta da sua fonte, em linha reta não atravessando superfícies solidas, com um nível superior a 20 KHz não sendo portanto audíveis por seres humanos.

A maioria dos equipamentos que funcionam por rotação e muitos dos sistemas hidráulicos, ou que funcionam com fluidos, emitem padrões sonoros dentro da frequência ultrassónica. Qualquer alteração desta frequência, é sinal de alteração no funcionamento do equipamento, que pode ser fruto de desgaste dos componentes, fuga de fluidos, fuga num sistema de vácuo, entre outras causas possíveis. Estas alterações de frequências podem ser detetadas através de aparelhos com capacidade de detetar ultrassons conforme representado na figura 3.7, constituindo uma peça importante para a prática de manutenção preditiva.

Alem de traduzirem ondas de ultrassom em frequências ouvidas pelo ouvido humano, utilizam *softwares* que permitem visualizar as frequências emitidas através de gráficos aumentando a capacidade de capturar e armazenar dados quantificáveis relativos ao funcionamento do equipamento para uma melhor análise.

Devido á característica de os ultrassons “viajarem” curtas distancias, ou de, em determinados casos, a análise ser de difícil acesso, podendo representar um risco para o operador, existem aparelhos concebidos com mais sensibilidade permitindo fazer a medição a partir de uma maior distancia.

Estes aparelhos são dos mais simples de utilizar e com custos mais reduzidos dentro das tecnologias da manutenção preditiva.

É possível aplicar esta tecnologia, em sistemas sob pressão ou vácuo (ar comprimido, caldeiras, tanques, condensadores, válvulas, permutadores de calor, entre outros), em sistemas mecânicos (motores, compressores, engrenagens, rolamentos, bombas, entre outros), e em sistemas elétricos (transformadores, disjuntores, caixas de junção, entre outros).

A figura 3.7 representa a análise de ultrassons num equipamento.



Figura 3.7 - Análise de ultrassons (<http://www.multierri.com.br/>)

#### 3.10.3.4 Análise Vibratória

(Srinivasan,1982) A vibração mecânica, como o nome indica, é um tipo de vibração provocado por sistemas mecânicos e é definida como um movimento periódico das partículas de um corpo elástico, em direções opostas e alternadas desde a posição de equilíbrio, quando este mesmo equilíbrio é perturbado.

(Sullivan,2004) A vibração é um movimento cíclico em torno de uma posição de equilíbrio. Um motor em funcionamento gera vibração devido ao movimento de rotação dos componentes, sendo transmitida ao corpo exterior do mesmo. Esta transmissão de forças, é sensível ao toque humano. Mas existem, normalmente, vários componentes do motor ou equipamento em rotação, cada um deles produzindo o seu próprio padrão e nível de vibração. O nível e a frequência destas vibrações são diferentes, não sendo, portanto sensíveis ao toque humano.

É aqui que entram instrumentos de deteção de vibração conforme representado na figura 3.8, e *softwares* de análise para fornecer a sensibilidade necessária. São usados sensores para quantificar a amplitude de vibração, que é expressa em deslocamento, velocidade e aceleração. O deslocamento é medido, através da distância percorrida da parte vibrante desde o limite extremo da viagem para o outro limite do curso. A velocidade é medida pelo movimento de oscilação da máquina. A aceleração é representada pela taxa de variação da velocidade, valor a que a velocidade de deslocamento aumenta. O deslocamento, velocidade e aceleração são medidos e convertidos num sinal elétrico de saída por um transdutor.



A unidade de medida específica para melhor avaliar a condição de um equipamento, depende da sua velocidade de funcionamento e do seu *design*, não existindo limites de vibração absolutos abaixo do qual o equipamento funciona indevidamente ou acima do qual irá avariar. Assim sendo é necessário criar um plano de manutenção estabelecendo limites acima dos quais é necessário tomar medidas.

O monitoramento e análise de vibração pode ser bastante útil para descobrir, e diagnosticar problemas em equipamentos rotativos tais como, transmissões por correia, rolamentos, engrenagens, entre outros.

Embora seja uma tecnologia bastante útil, o procedimento para uma adequada análise deve ser efetuado por indivíduos treinados e qualificados.

A figura 3.8 representa a análise de vibrações num equipamento.



**Figura 3.8 - Análise de vibrações (<http://www.fluke.com>)**

#### **3.10.3.5 Análise de Motor**

(Sullivan,2004) Em grande parte das fábricas e indústrias, os motores são o cerne do processo fabril, constituindo uma parte vital de muitos equipamentos produtivos. Ao longo dos últimos anos as técnicas de análise da condição de um motor têm evoluído no sentido de obter resultados mais precisos com o intuito de detetar a falha ainda no início, possibilitando fazer uma intervenção antes que a falha prejudique o processo produtivo ao qual o motor esta ligado.

O uso destas técnicas de manutenção preditiva para avaliar o estado de um motor, não tem evoluído tao rapidamente como outras técnicas preditivas, pois os equipamentos de análise, conforme representado na figura 3.9, continuam a ser bastante caros e requerem um alto grau de conhecimentos. No entanto os recentes avanços na portabilidade dos equipamentos de análise, e o aumento do número de entidades especializadas para executar este tipo de testes, tem contribuído para o avanço desta tecnologia.

Dos vários tipos de testes a motores, destacam-se os que combinam a deteção de falhas elétricas e mecânicas, como a análise vibratória e a termografia referidas anteriormente, e os testes de grandezas elétricas referidos como MCA (*Motor Circuit Analysis*) e MCSA (*Motor Current Signature Analysis*).

A ferramenta MCA é um teste estático de motores, que utiliza as informações de resistência, ângulo de fase, impedância, indutância, resposta em frequência de corrente e isolamento para a

terra para detetar anormalidades no motor. São feitas medidas periodicamente e registados os seus valores fazendo uma avaliação da condição atual e determinar quando seria necessária uma possível intervenção, não sendo possível tomar uma decisão baseada em poucas leituras. É uma técnica bastante útil e atualmente a principal na avaliação da parte elétrica dos motores. A grande desvantagem apresentada é que não permite fazer a avaliação com o motor ligado.

Outra ferramenta bastante útil na manutenção preditiva de um motor é a MCSA, um teste dinâmico que fornece um método não invasivo para detetar problemas mecânicos e elétricos em motores de equipamentos rotativos.

O motor atuando como um transdutor ou transmissor de energia, deteta as variações de carga mecânica e converte-as em variações de corrente elétrica. Estas variações de corrente elétrica são reflexo do estado do motor. Ao serem gravadas e produzidas por *softwares* para se obter uma representação visual das frequências, permite analisar e diagnosticar o estado e as condições do motor.

É uma técnica preditiva um pouco complexa e dispendiosa.

A figura 3.9 representa a análise a um motor.

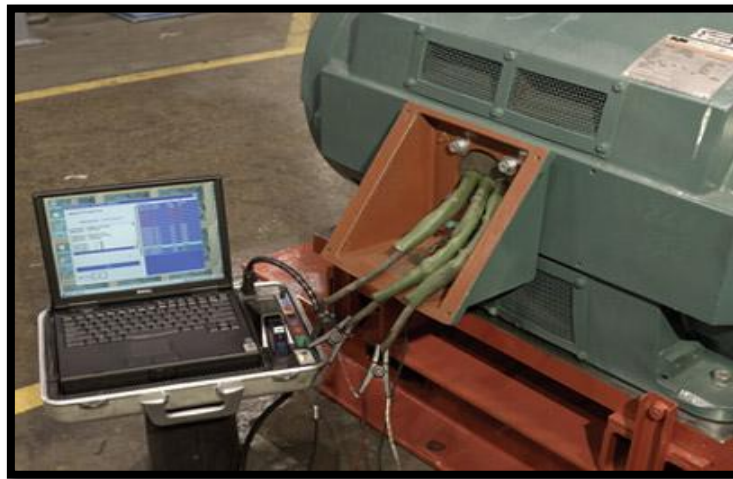


Figura 3.9 - Análise de motor (<http://www.ips.us/field-services/predictive-preventive-maintenance/>)

### 3.11 TPM – Manutenção Produtiva Total

(Pinto, C., 1999) A Manutenção Produtiva Total, abreviada do inglês *Total Productive Maintenance*, é uma filosofia de gestão que envolve planeamento, execução, organização, coordenação e controle, que foi introduzida no Japão no início da década de setenta com forte envolvimento da JMA, *Japan Management Association*. A TPM através do investimento nas pessoas e no melhoramento dos equipamentos e dispositivos, alcança a eficácia da própria estrutura organizacional da empresa. O investimento nas pessoas caracteriza-se por envolver o pessoal da produção ativamente na manutenção, pois é o operador quem melhor conhece o equipamento e lhe pode criar as melhores condições de funcionamento e as melhores condições para a prevenção de avarias.

(Cabral, 1998) A TPM é a manutenção realizada e conduzida por todos os elementos da empresa, desde o nível superior da gestão até aos operadores e pessoal da manutenção, para obter a maximização da eficiência global das máquinas e dos equipamentos, abreviada do inglês por OEE (*Overall Equipment Efficiency*).

O objetivo principal da manutenção produtiva total é a eliminação total das falhas, defeitos e qualquer forma de desperdício, através da participação de todos.

(Cabral,1998) Para analisar o desempenho do TPM, existem indicadores que possibilitam determinar o mesmo, tais como:

- A disponibilidade operacional DOP

Relaciona o tempo de funcionamento efetivo (Tfe) com o tempo de funcionamento possível (Tf).

$$DOP = \frac{Tfe}{Tf} = \frac{Tf - Tpar}{Tf}$$

Tf - Tempo de funcionamento possível, è o tempo total disponível, menos o tempo de paragens programadas.

Tpar - Tempo consumido com as paragens não programadas.

Tfe - Tempo de funcionamento efetivo.

- A taxa de velocidade (Tv)

Relaciona o tempo teórico de execução de uma operação e o tempo que essa operação demora a ser executada pelo equipamento em análise.

$$Tv = \frac{Tct}{Tcr}$$

Tct – Tempo do ciclo teórico

Tcr – Tempo do ciclo real

- A taxa de funcionamento útil (Tfu)

$$Tfu = \frac{Produção \times Tcr}{Tfe}$$

Produção – Numero de peças produzidas

- A produtividade (PR)

Relaciona a taxa de funcionamento útil com a taxa de velocidade para exprimir o comportamento produtivo do equipamento.

$$PR = Tfu \times Tv = \frac{Produção \times Tcr}{Tfe} \times \frac{Tct}{Tcr}$$

- A taxa de qualidade (TQ)

Relaciona o número de peças produzidas com o número de peças aprovadas.

$$TQ = \frac{N^{\circ}PeçasFabricadas - N^{\circ}PeçasDefeituosas}{N^{\circ}PeçasFabricadas}$$

- A eficiência global do equipamento OEE

$$OEE = DOP \times PR \times TQ \times 100$$

(Cabral,1998) Para implementar a TPM são necessários oito pilares básicos:

- Melhorias individualizadas das máquinas.
- Estruturação da manutenção autónoma.
- Estruturação da manutenção planeada.
- Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico da manutenção.
- Controlo inicial do equipamento e dos produtos.
- Manutenção de qualidade.
- TPM nos escritórios.
- Higiene, segurança e controlo ambiental.

(Cabral,1998) Com o TPM é possível esperar bons resultados, e podemos sintetiza-los em duas categorias:

Tangíveis:

- Praticamente zero-avarias
- Fiabilidade das máquinas
- Redução dos tempos de paragens de produção
- Diminuição dos defeitos de qualidade
- Incremento da produtividade
- Redução dos acidentes de trabalho
- Economia de energia e outros recursos

Intangíveis:

- Aumento da motivação para o trabalho
- Criação de um ambiente agradável de trabalho
- Melhoria da imagem da empresa

Concluindo, a manutenção produtiva total representa uma metodologia de gestão com muito potencial, traduzindo-se numa nova atitude das pessoas e a uma formação e motivação do individuo mais profundas.

### **3.12 RCM – Manutenção Centrada na Fiabilidade**

O RCM (*Reliability Centered Maintenance*), traduzido para português, manutenção centrada na fiabilidade, é um conjunto de ações e procedimentos desenvolvidos com o intuito de diagnosticar e analisar os vários fatores que contribuem para a não fiabilidade de um equipamento, assim como as necessárias medidas a tomar para implementar a sua fiabilidade.

Este modelo foi desenvolvido por volta dos anos 60, numa altura em que os engenheiros de produção tinham em mente que, para os equipamentos manterem os níveis de confiança aceitáveis, era necessário a reconstrução parcial periódica.

(Pinto, A. 2002) A fiabilidade é a probabilidade que um equipamento possa desempenhar sua função pré-definida, por um determinado intervalo de tempo especificado, sob condições definidas de uso.

(Lafraia, 2001) A fiabilidade pode ser definida como o grau de “confiança” de que um determinado sistema, equipamento ou componente desempenhe a função para o qual foi projetado, durante o intervalo de tempo pré-determinado e sob as condições de operação padronizadas.

Representa um processo lógico de decisão com o objetivo de constituir programas de manutenção, nomeadamente preventiva, mais eficientes, em que as técnicas utilizadas levam em conta os defeitos e as probabilidades de avaria causados durante a produção, operação, armazenagem e manutenção dos equipamentos.

O RCM tem como objetivo principal determinar os serviços de manutenção mais adequados à importância dos ativos físicos nos processos produtivos, maximizando a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos, dentro de uma política de minimizar os custos.

(Pinto, A. 2002) Para garantir a satisfação dos clientes com a implantação da manutenção centrada na fiabilidade, aplica-se sete questões básicas:

- De que forma podem falhar no cumprimento das suas funções?
- Quais as causas de cada falha operacional?
- O que acontece quando a falha ocorre (efeitos não económicos)?
- Quais os encargos financeiros derivados da ocorrência de uma falha?
- O que deve ser feito para prevenir ou bloquear cada falha?
- O que deve ser feito, se não se encontrar uma tarefa preventiva apropriada?
- Quais são as funções e padrões de desempenho desejados no atual contexto operacional?

É necessário também ter atenção aos seguintes fatores críticos de sucesso:

- Definição precisa e clara dos objetivos a serem alcançados;
- Consciencialização dos diferentes níveis hierárquicos (gerência, supervisão, execução);
- Organização e planeamento de todas as ações de manutenção;
- Delimitação rígida dos sistemas;
- Controle e seleção dos dados e da documentação técnica que será utilizada, verificada ou gerada;
- Avaliação preliminar dos eventuais *softwares* e *hardwares* necessários;
- Avaliação e aplicação da formação requerida;

(Tavares,1999) A redução das falhas não programadas, e o bom estado dos equipamentos, devido á utilização dos recursos de lubrificação, da organização, planeamento das intervenções alem da quase obrigatoriedade de um sistema de planeamento de manutenção computadorizado, é a base da manutenção centrada na fiabilidade.

### 3.12.1 Fiabilidade

(Monchy,1989) A fiabilidade é definida como a probabilidade de esse equipamento exercer as funções requeridas para que foi projetado, mantendo a qualidade do trabalho que executa durante a sua vida útil, sendo esta probabilidade constituída através de leis matemáticas e do histórico do equipamento.

(Pinto,V.,1994) Fiabilidade intrínseca é aquela que apenas depende da sua qualidade, variando com os anos e com fatores externos á ação humana, como a humidade, vibrações, temperatura, entre outros. Por outro lado a fiabilidade extrínseca é aquela que ao contrário da fiabilidade intrínseca varia com a ação humana, como a qualidade de manutenção, o tipo de uso e manuseio.

(Didelet,2003) Existe um parâmetro muito importante ao nível da fiabilidade, MTBF do inglês *mean time between failure*, que representa a o tempo medio em que o equipamento funciona sem problemas.

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{N}$$

Neste tipo de análise, é possível, se for o caso, substituir a noção de tempo por outro tipo de unidade, como por exemplo, quilómetros.

- TBF – tempo entre falhas (*Time Between Failures*), significa o intervalo de tempo que decorre entre duas avarias consecutivas num determinado equipamento.
- MTBF – representa o tempo medio dos TBF.
- N – Numero de avarias verificadas no período.
- $\lambda$  – Taxa de Avarias

A figura 3.10 representa um gráfico do tempo médio entre falhas.

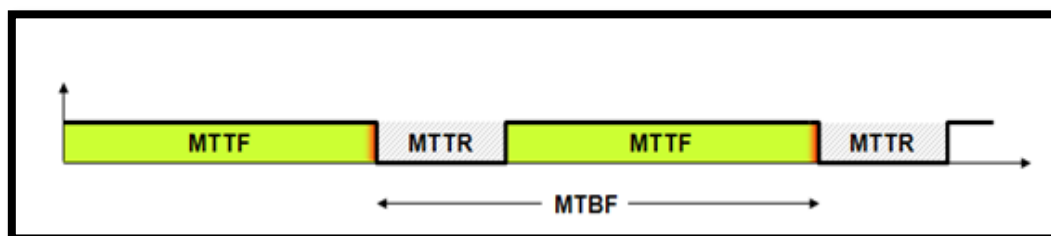
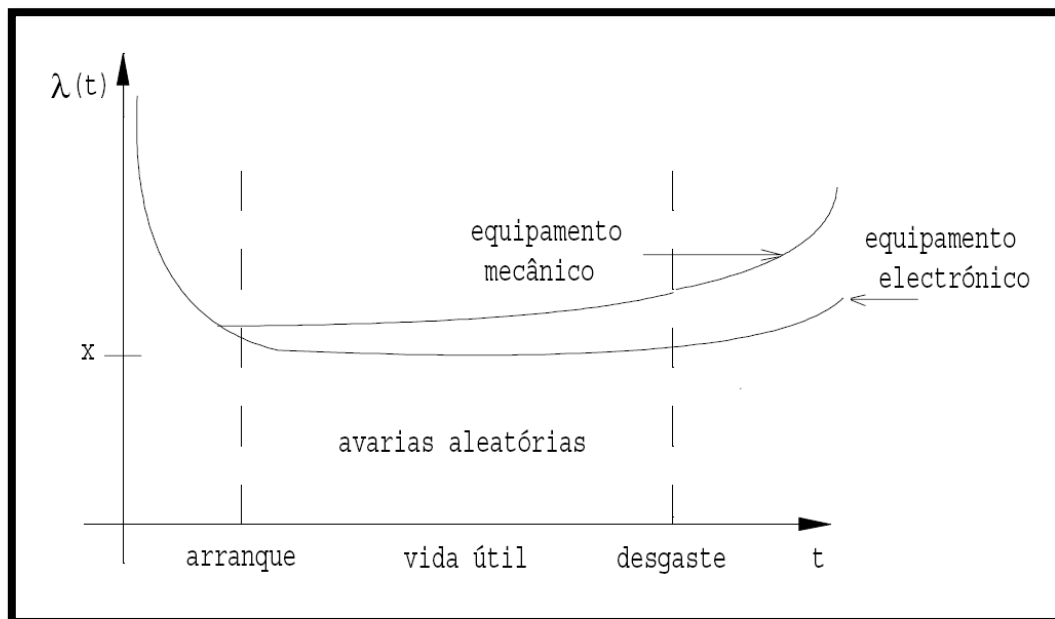


Figura 3.10 - Tempo médio entre falhas

Na figura em baixo está caracterizada a conhecida “curva da banheira”, que representa a influência da degradação dos equipamentos ao longo da sua vida útil na evolução da taxa de avarias ao longo do tempo.

A figura 3.11 representa um gráfico com a curva do tempo médio de falha.



**Figura 3.11 - Distribuição de avarias (Monchy,1989)**

A CTMF retrata os três períodos da vida do equipamento, o arranque, que hoje em dia em muitos casos não observam a primeira fase desta curva pois os equipamentos vão rodados e testados, eliminando a parte de “mortalidade” inicial. No período de vida útil as avarias deverão ocorrer de forma aleatória com taxas de avarias aproximadamente constante. No terceiro e último período a taxa de avarias aumenta, devido à degradação do equipamento por motivos de idade avançada.

### 3.12.2 Manutibilidade

(Monchy,1989) A manutibilidade é definida como a probabilidade de duração de uma reparação bem executada, para colocar um equipamento nas condições normais de funcionamento. O tempo de imobilização para se realizar uma ou várias operações de manutenção, é uma medida de manutibilidade que traduz o tempo para executar a, ou as operações de manutenção como também o tempo que o equipamento está parado à espera de peças ou componentes.

(Pinto,V.,1994) Existem vários métodos que se podem adotar para melhorar a manutibilidade:

- Reduzir o tempo para detetar avarias, com a incorporação no equipamento de instrumentos de medida, e de meios auxiliares de diagnóstico;
- Reduzir o tempo para localizar as avarias, também com a incorporação no equipamento de instrumentos de medida, e com uma boa documentação de apoio;
- Reduzir o tempo de reparação, através da melhoria dos acessos aos componentes de substituição, e a facilidade de desmontagem e montagem dos mesmos.

(Cabral,1998) No conceito de TTR – Tempo Total de Reparação, traduzido do inglês (*Time to Repair*) que é definido como o período de tempo desde a deteção da avaria até ao momento em que o equipamento reparado retorna ao bom funcionamento, incluem-se os seguintes possíveis tempos:

- Tempo para detetar a avaria;

- Tempo de diagnóstico da avaria;
- Tempo de acesso ao componente avariado;
- Tempo de espera para o fornecimento da nova peça;
- Tempo de reparação;
- Tempo de montagem;
- Tempo de controlo e arranque da máquina;

Para representar a “esperança matemática” do período de reparação de uma avaria, temos o parâmetro MTTR, que significa o Tempo Medio de Reparação, traduzido do inglês (*Mean Time to Repair*).

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{N}$$

### 3.12.3 Disponibilidade

(Pinto,V.,1994) A disponibilidade é um conceito vital para um sistema produtivo, introduzido a partir dos dois parâmetros anteriormente referenciados, (MTBF, MTTR). É definida como a probabilidade que uma máquina tem de assegurar a função para que foi projetado e produzido, num dado instante, sendo condicionada pela frequência de ocorrência de avarias, pela duração das reparações em caso de avaria e pelo tempo aplicado em manutenção preventiva.

A disponibilidade é expressa matematicamente por:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

A partir desta expressão podemos determinar que é possível aumentar a disponibilidade, quer aumentando o MTBF, quer reduzindo o MTTR. Para atuar na redução do MTTR, é necessário melhorar a disponibilidade dos técnicos, ferramentas e equipamentos e no tempo de espera para o fornecimento de peças.

## 3.13 Engenharia de Manutenção

(Pinto, A. 2002) A engenharia de manutenção é o ramo da engenharia direcionado para as atividades que permitem manter o bom funcionamento dos equipamentos e serviços de uma empresa, otimizando os processos de modo a garantir uma melhor manutenção e fiabilidade dos equipamentos produtivos.

Não é possível adotar a prática de engenharia de manutenção se, se praticar a tradicional manutenção corretiva. No caso da prática de manutenção corretiva, os problemas serão resolvidos mediante emergência originando péssimos resultados para a empresa. Portanto é necessário praticar engenharia de manutenção aplicando, segundo análises e estudos, os diferentes tipos de manutenção com o objetivo de maximizar a produção.



### **3.14 Estratégias de Manutenção**

Para projetar um sistema de manutenção de acordo com as necessidades da empresa é preciso ter em mente que a fiabilidade do sistema é fruto da fiabilidade dos componentes onde existe interdependência, pois a falha ou avaria de um equipamento pode fazer parar todo o processo produtivo, prejudicando o cumprimento dos prazos de entrega estipulados. São acontecimentos que dão uma péssima imagem á empresa, e que podem comprometer a sua “sobrevivência”.

(Viana,2002) Assim sendo é muito importante e imprescindível, que a equipa de manutenção assuma uma postura profissional, pensando e agindo estrategicamente, para aplicar de maneira eficaz, todas as ações de manutenção ao processo produtivo, contribuindo para o sucesso da empresa.

(Pinto, C., 1999) Nos dias que correm, com uma economia globalizada e altamente competitiva, o departamento de manutenção tem de ser eficaz, competente, criativo e flexível para proporcionar á empresa condições que a permita ser competitiva, garantindo a satisfação dos seus clientes com produtos de qualidade superior.

Devido às mais-valias trazidas, a manutenção está cada vez mais valorizada, onde se fazem maiores investimentos para permitir às equipas de manutenção estarem mais equipadas e qualificadas. Quanto melhor for a qualificação e as tecnologias, menores serão as interrupções não planeadas do processo produtivo. As intervenções serão para evitar estas paragens e não apenas para corrigi-las.

(Pinto, C., 1999) A disponibilidade dos equipamentos, a sua fiabilidade, a otimização dos custos, a eficiência energética, a segurança, a preservação ambiental, e a motivação dos trabalhadores são indicadores da boa ou má estratégia de manutenção.

#### **3.14.1 Definição das Estratégias de Manutenção**

(Coetzee,1999) A definição das estratégias de manutenção ou da estratégia de manutenção, dependendo do sistema produtivo, é a base da política de manutenção, e depende de vários fatores.

O primeiro fator a ter em conta é a recomendação do fabricante. Saber o que diz a empresa que projetou e fabricou o equipamento, no que toca é sua conservação. Tipos e intervalos de manutenção, programas de manutenção, ajustes e calibrações necessárias.

(Pinto,V.,1994) A segurança no trabalho e o meio ambiente são outros fatores a ter em conta, pois é muito importante assegurar o bom funcionamento entre homem, máquina, e meio ambiente, garantindo a total segurança de todos os trabalhadores, o bom manuseio dos equipamentos, e preservando o meio ambiente.

Em relação ao equipamento em questão, é necessário recolher dados sobre os tipos de falhas mais comuns e o tempo médio entre estas falhas. É importante também recolher dados em relação á reparação, tais como as características da reparação, o tempo medio da reparação, e o tempo disponível para reparar sem que a produção seja afetada.

(Pinto,V.,1994) Por último temos o fator económico, que abrange todos os custos diretos e indiretos da prática de manutenção. Nos custos diretos temos os recursos humanos e material necessário para as ações de manutenção. Os custos indiretos, são todos os custos envolvidos na paragem da produção, pois não há produção com os equipamentos parados, e os custos devido

ao desperdício de matéria-prima envolvidos nas falhas dos equipamentos, conforme se pode verificar na figura 3.1.

Depois de feita uma análise a estes fatores, é tomada uma decisão em relação ao tipo de serviço de manutenção a aplicar.

### 3.15 Qualidade na Manutenção

Ao longo dos anos a manutenção tem sido alvo de inúmeras mudanças devido ao abrangente leque de equipamentos, instalações, e componentes a precisar de manutenção suscitando novas técnicas e novos projetos. Com esta evolução constante, é necessário que toda a equipa de manutenção, desde a posição mais alta à posição mais baixa, tenha sempre consciência o quanto, as falhas nos equipamentos afetam a segurança o meio ambiente e a qualidade do produto. Deste modo existe uma grande relação entre a manutenção e a qualidade do produto.

(Pinto, A. 2002) Sendo um processo de evolução e mudança constantes, é necessário deixar o estágio lento e inadequado, que outrora foi considerado eficaz, e ser permanentemente recetivo e pró-ativo nas quebras dos paradigmas.

(Werkema,1995) A condução e controle de qualidade numa empresa são feitos por um sistema que basicamente inclui a participação de todos os empregados, com o intuito de fornecer um produto ou serviço de qualidade. Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende totalmente as necessidades do cliente, e isto traduz-se num produto acessível e fiável, entregue no local certo, dentro do prazo determinado com um custo acessível ao cliente, tendo sido fabricado com a segurança e o entusiasmo de todos os empregados.

(Pinto, A. 2002) Atualmente, e com objetivo de gerir toda a qualidade no serviço e/ou produto as empresas tem implementado um sistema de gestão de qualidade, sendo uma ferramenta muito importante para garantir a competitividade entre outras empresas onde a manutenção tem um papel importante para além da sua própria missão. Este importante papel é desempenhado pelos responsáveis da manutenção que através das suas ações e tarefas têm um impacto direto ou indireto nos produtos ou serviços prestados aos clientes. A qualidade da manutenção está ligada ao combate das avarias e suas causas, proporcionando um aumento de produtividade e um aumento de qualidade no produto final.

(Pinto, A. 2002) Existem vários instrumentos de gestão à disposição do responsável pela manutenção, entre eles a ferramenta de qualidade, que por si só não garante qualidade mas com uma boa aplicação leva a ótimos resultados. No entanto a garantia da qualidade na manutenção é obtida com a dedicação e comprometimento de toda a equipa de manutenção, baseado nos princípios básicos da qualidade que são aplicados na manutenção, tais como:

- Focalização no cliente – A satisfação do cliente é o motivo de existência de qualquer empresa, logo o foco no cliente é um princípio fundamental da gestão da qualidade, que visa ir ao encontro das necessidades do cliente, e sempre que possível superar as suas expectativas.
- Liderança – Para além das funções de um líder, é muito importante criar um bom ambiente de trabalho para que todos os envolvidos que estão a desempenhar uma ação, se sintam motivados e determinados em cumprir os objetivos da empresa.
- Envolvimento das pessoas – A essência de uma empresa é constituída pelas pessoas que nela trabalham. Logo a gestão da qualidade deve compreender as habilidades de todos para benefício da organização.
- Abordagem por processos – Esta abordagem permite ter uma visão sistémica do funcionamento como um todo, facilitando a eficiência dos resultados desejados.

- Abordagem sistêmica – Permite identificar os processos inter-relacionados, para serem gerenciados de forma a aperfeiçoar o desempenho como um todo.
- Melhoria contínua – Para manter a qualidade dos produtos e fazer face a concorrência, é necessário estar focado numa melhoria contínua dos processos e serviços.
- Abordagem factual para tomada de decisão – todas as decisões devem ser tomadas com base em factos e dados concretos.
- Benefícios mútuos nas relações com fornecedores - É muito bom para ambas as partes, fornecedores e clientes, que haja uma aliança estratégica e respeito mútuo, pois o trabalho em conjunto facilitará a criação de valor.

A produção e manutenção são as grandes responsáveis pelo resultado operacional que é o maior indicador de qualidade, garantindo o sucesso das atividades.

### 3.16 PCM - Planeamento e Controlo da Manutenção

(Filho,2008) O planeamento e controlo da manutenção é todo o conjunto de ações para preparar, programar e verificar a execução das funções de manutenção, com o intuito de progredir e melhorar, para atingir ou até ultrapassar os objetivos da empresa.

A partir da década de oitenta, com a evolução dos computadores, os órgãos de manutenção iniciaram o desenvolvimento dos seus próprios programas, melhorando bastante o planeamento e controlo da manutenção aos gestores da manutenção, não só de manutenção, mas também de operação e de produção, devido as capacidades de organização e processamento de um computador.

Como referido em capítulos anteriores, a qualidade exigida pelos consumidores aumentou no final do século passado, determinando a importância da manutenção no desempenho dos equipamentos para atingir o grau de qualidade exigido. Consequentemente o PCM assim como a engenharia de manutenção começaram a desempenhar importantes funções estratégicas na área de produção.

(Pinto,V.,1994) Apesar de a manutenção ser uma área relevante para a produção, poder ser bastante improdutiva, devido a mais de metade do tempo disponível para praticar manutenção ser desperdiçado devido a várias razões, como:

- Espera por peças ou componentes que não existam em *stock*;
- Espera por equipamento de reparação e medição devido à inoperacionalidade dos mesmos;
- Ausência de documentação técnica, como manuais, esquemas e desenhos para desempenhar o trabalho;
- Paragem no trabalho para realizar outros, considerados mais importantes ou com mais urgência;
- Falta de distribuição de trabalho;
- Inoportunidade por parte da produção, para parar o equipamento que deveria ser sujeito a uma ou várias ações de manutenção;

Todas estas situações referenciadas, ocorrem em muitas empresas e a melhor maneira de as solucionar é implantar um adequado sistema de planeamento e controlo da manutenção, para ir ao encontro do ponto ótimo, entre o custo, a disponibilidade, e a fiabilidade. Uma forma eficiente para determinar a eficácia do PCM é analisando o índice de disponibilidade dos equipamentos e processos. Se estes índices estiverem abaixo dos objetivos definidos, é necessário rever todo o plano e programa de manutenção. No caso de estarem dentro dos objetivos, é necessário criar novos objetivos para uma melhoria continua.

### **3.16.1 Programa de manutenção**

(Viana,2002) Com um bom programa de manutenção podem-se esperar as seguintes expetativas:

- Reduzir ou anular as paragens dos equipamentos e consequentemente as perdas de produção;
- Melhoria da produção dos equipamentos, e consequentemente melhoria da qualidade dos produtos e serviços;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;

Devido a constrangimentos de ordem técnica, económica, e mesmo cultural é muito pouco provável que uma empresa que não tenha qualquer programa de manutenção implementado, implemente um programa geral que cubra a totalidade dos equipamentos e instalações, optando por uma implantação progressiva, começando por uma secção da fábrica.

(Pinto,V.,1994) Para desenvolver um bom programa e esperar pelas expetativas em cima referenciadas, são necessárias seis etapas.

A primeira etapa consiste em fazer a inventariação de todos os edifícios, instalações, máquinas e equipamentos que devem ser sujeitas a manutenção e para cada um criar uma ficha, ou no caso de existir um sistema informatizado, fazer um registo da seguinte informação:

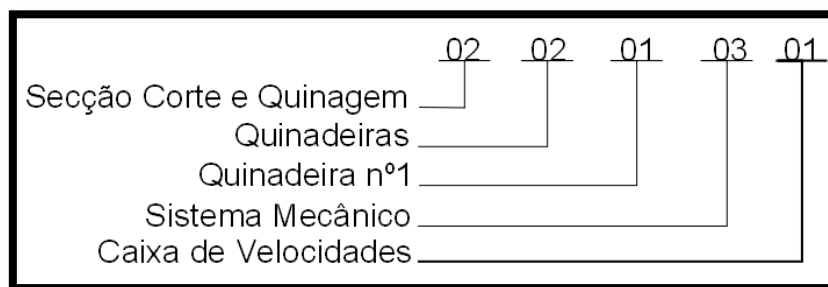
- Designação
- Fabricante
- Modelo ou tipo
- Número de série
- Data de compra e número do respetivo processo
- Preço de compra
- Características principais
- Dimensão e peso
- Localização
- Identificação dos subconjuntos ou componentes substituíveis
- Condições particulares de operação
- Outras anotações

Este registo para efeitos de inventário irá ser complementado com o registo de todas as ações de manutenção envolvidas no equipamento.

A segunda etapa, sistematização e codificação, consiste na elaboração de uma listagem de todos os itens, desde o mais geral ao mais particular em subdivisões por localização, função ou

característica técnica, atribuindo um código a cada item criado pelo mesmo processo. É uma etapa com bastante importância para a organização da manutenção pois permite abranger todos os itens da fábrica sujeitos a manutenção sem o problema de os omitir ou duplicar.

Na figura 3.12 está representado um exemplo da estrutura do código de cada item.



**Figura 3.12 - Estrutura de código**

Na primeira parcela é inserido o número da secção em questão, pois normalmente a unidade industrial é dividida por várias secções consoante o tipo de trabalho que realiza. Na segunda parcela é inserido o tipo de equipamento, em que é atribuído um número por características produtivas. Na terceira parcela é dado um número sequencial aos equipamentos do mesmo tipo. Na quarta parcela são numerados, para cada máquina, os subconjuntos ou sistemas sujeitos a manutenção. Na quinta e última parcela são numerados os componentes ou itens sujeitos a manutenção. Este procedimento é efetuado até estarem numeradas todas as instalações, equipamentos, subconjuntos e componentes, em estudo.

Na terceira etapa, para a listagem dos itens numerados na etapa anterior, é atribuído um código (ISM – Itens Significativos para Manutenção) para aqueles que são considerados mais importantes, ou que necessitam de especial atenção, devido a poderem afetar a segurança dos trabalhadores, por terem um impacto económico relevante, ou por ser uma avaria oculta, difícil de detetar.

Na quarta etapa, para os itens significativos para manutenção é definido a ou as tarefas de manutenção segundo as recomendações do fabricante e segundo uma análise ao tipo de uso e aplicações que irá ser dado ao equipamento.

Depois de determinada a ou as tarefas de manutenção, a quinta etapa consiste na atribuição da periodicidade de manutenção, quer seja através de calendário, horas de utilização ou ciclos de operação. À medida que se forem realizando ações de manutenção e com a experiência que se vai adquirindo, é conveniente rever a periodicidade das mesmas.

A sexta e última etapa, consiste em identificar todos os recursos, humanos (número e qualificação dos técnicos de manutenção), materiais (peças, ferramentas, instrumentos de medição, produtos), documentais (desenhos técnicos, esquemas, manuais) e logísticos disponíveis para facilitar o posterior planeamento do trabalho e realizar com sucesso as ações de manutenção.

Depois de realizadas todas as etapas, procede-se a aplicação prática do programa.

### 3.16.2 Planificação de Manutenção

(Pinto,V.,1994) Como referido anteriormente, a programação consiste em determinar as tarefas de manutenção aplicáveis com as respetivas periodicidades e tolerâncias. Devido a vários fatores, normalmente relacionados com a produção, não é possível realizar as tarefas de manutenção no momento em que estão programadas, pelo que, a planificação faz a compatibilização entre o programa de manutenção definido e as características da produção.

Existem alturas próprias, e outras com mais conveniência para realizar as diferentes tarefas de manutenção, dependendo das características da produção e do tipo de trabalho de manutenção a realizar, pelo que, existem varias situações possíveis, mais comuns a todas as fábricas, para praticar manutenção.

Durante o funcionamento do equipamento, é possível realizar algumas tarefas de manutenção, nomeadamente as mais simples como por exemplo a lubrificação, sem por em risco a segurança do técnico.

Por outro lado, e para a maioria das tarefas de manutenção, é necessário que o equipamento esteja parado. Dependendo do tipo de atividade, e das características da produção, existem alturas em que as fábricas fazem paragens de rotina, paragens estas que podem ser aproveitadas para realizar as tarefas de manutenção que necessitam da paragem do equipamento produtivo. Os casos mais comuns são a paragem durante a hora de almoço dos trabalhadores, a paragem ao fim de cada dia de trabalho, a paragem no fim da semana, e a paragem anual durante o período de férias.

Mas como cada caso é um caso, existem fábricas que não têm paragens programadas. Para estes casos é necessário ajustar com os responsáveis pela produção paragens especiais para a manutenção.

No caso de ocorrer uma avaria que obrigue o equipamento a parar, os responsáveis pela manutenção podem associar á reparação da avaria, algum trabalho de manutenção que esteja pendente.

Concluindo, o trabalho do responsável pela planificação da manutenção, é sincronizar o programa de manutenção, às características e rotinas da produção.

### **3.16.3 Planeamento de Manutenção**

(Pinto,V.,1994) O planeamento de manutenção consiste em equacionar os trabalhos de manutenção, pedidos de reparação, trabalhos pendentes e trabalhos adicionais, face á mão-de-obra, materiais e instalações disponíveis, produzindo o documento ordem de trabalho.

Este documento consiste num impresso mais ou menos completo, consoante as finalidades pretendidas e o estágio cultural-profissional do ambiente onde é usado, contendo toda a informação imprescindível á execução do trabalho e que contenha campos apropriados para fazer o todo o registo de informação relativa ao processo. (Pinto,V.,1994) A ordem de serviço (O.S.) ou a ordem de trabalho (O.T.) conforme refere o autor, é entregue ao chefe da equipa de manutenção e deve conter a seguinte informação:

- “Número da O.T. – Numero sequencial”
- “Referência do Equipamento – Identificação do equipamento a intervencionar com designação, tipo e modelo, número de série e código (se houver) ”
- “Tipo de Trabalho – Classificação do trabalho a efetuar (reparação de avaria, manutenção programada, melhoramento, etc.) ”
- “Tarefa de Manutenção – Designação e código (se houver) ”

- “Oportunidade – Em funcionamento ou em paragem normal ou planeada (código da paragem, se houver) ”
- “Descrição do Trabalho – Estimativa de mão-de-obra necessária com o tempo para especialidade”
- “Materiais – Lista de materiais necessários para a execução do trabalho, incluindo peças de substituição, materiais de consumo corrente e produtos, com exceção dos que estejam habitualmente disponíveis para o pessoal de manutenção sem necessidade de requisição”
- “Ferramentas e Equipamentos – Ferramentas que não constem da mala de ferramenta do executante e equipamentos de ensaio e medida que sejam necessários”
- “Meios de Acesso e Movimentação – Se forem necessários meios especiais de acesso, como plataformas ou escadas, ou meios de elevação ou movimentação de cargas, como empilhadores, guinchos, cadernais e outros, devem ser mencionados”
- “Energia e Fluidos – Requisitos especiais em matéria de energia e fluidos, como ar comprimido, gases liquefeitos, etc.”
- “Documentação Técnica – Manuais, esquemas, desenhos ou outras publicações necessários à execução do trabalho ou á interpretação dos seus resultados, incluindo possível diagnostico em caso de ser detetada alguma avaria!”

Concluído o trabalho, é completada a ordem de trabalho com a seguinte informação:

- “Trabalho Efetuado – Descrição do trabalho executado, de discrepâncias encontradas e de soluções que lhes tenham sido dadas na altura”
- “Trabalho Pendente – Descrição de trabalho que não tenho podido ser efetuado, e razoes justificativas, ou de avarias que tenham sido detetadas e cuja resolução tenha que ser planeada para outra oportunidade”
- “Mão-de-obra Gasta – Tempo e número de pessoas de cada especialidade (horas normais e extraordinárias)”
- “Materiais Gastos – Materiais requisitados e consumidos ou peças substituídas”

Uma outra importante função do planeador, é articular as atividades de manutenção com as atividades da produção, através de reuniões frequentes, bem preparadas e apoiadas com documentos informativos, enriquecendo a troca de informações e sensibilizando os dois departamentos para a necessidade mutua.

### **3.16.4 Preparação e Lançamento de Trabalhos**

(Pinto,V.,1994) Como referido no subcapítulo anterior, o planeamento da manutenção tem um papel importante em ajustar a atividade produtiva às ações de manutenção, tendo em conta a disponibilidade de mão-de-obra, tempos mortos, e sobrecarga de trabalho. Depois de o plano estar feito, é entregue ao preparador do trabalho que assegura todos os meios necessários para a execução do trabalho.

Existem várias tarefas que o preparador tem que realizar para combater a improdutividade. Assim que receber o plano de manutenção, deve verificar se existe o material de consumo e de substituição, e produtos necessários para a execução do trabalho. No caso de não ter em *stock*, deve proceder á encomenda. Em seguida entrega todo o material, juntamente com a ordem de serviço e documentação técnica, á equipa de manutenção. Deve assegurar a existência de ferramentas, equipamentos de medida e ensaio, como também todos os meios especiais de acesso e requisitos de energia ou fluidos em caso de necessidade, á disposição da equipa de manutenção. No caso de existirem várias ordens de trabalho, deve ordena-las de modo a garantir um melhor aproveitamento dos recursos necessários.

Depois de reunidas todas estas condições é tempo de iniciar o trabalho.

### **3.16.5 Controlo e Registos de Manutenção**

(Pinto,V.,1994) Depois de concluída a intervenção de manutenção, a ordem de serviço devidamente preenchida é entregue ao responsável pelo planeamento, para ficar informado dos trabalhos que ficaram concluídos, os que ficaram por cumprir e os que surgiram resultantes dos anteriores. Em seguida são feitos registos na ficha do histórico do equipamento e na ficha contabilística, com a informação sobre o trabalho realizado e os seus custos. A informação sobre os custos de manutenção é entregue á contabilidade para serem analisados.

Todos estes registos destinam-se a estudos a efetuar posteriormente, para se tomar decisões de caracter técnico e económico. A nível do caracter técnico o estudo pode revelar a necessidade de alterar o programa de manutenção e substituir ou modificar o equipamento caso o seu estado esteja a degradar-se progressivamente. A nível do caracter económico pode, por exemplo, surgir a necessidade de reavaliar a eficácia do programa de manutenção devido á comparação de gastos entre manutenção preventiva e manutenção corretiva.

## **3.17 Sistemas Informatizados no Planeamento e Controlo da Manutenção**

(Oda,2007) ““Os computadores são incrivelmente rápidos, precisos e burros; Os homens são incrivelmente lentos, imprecisos e inteligentes; Juntos, o seu poder ultrapassa os limites da imaginação.” Albert Einstein”

(Cabral,1998) Nos dias que decorrem é cada vez mais difícil executar um bom planeamento e controlo da manutenção, sem o auxílio de um sistema informatizado devido á elevada quantidade de informações a serem processadas entre elas, o controle de horas de mão-de-obra, fichas técnicas, esquemas, mapas de programação, históricos, entre outros. Claramente que toda a gestão da manutenção pode ser feita manualmente, mas o uso da informatização é muito mais vantajoso na medida em que torna todo o planeamento mais pratico, ágil, alem de trazer mais fiabilidade na obtenção de informações.



(Pinto,V.,1994) A sua utilização apresenta as seguintes vantagens:

- “Maior produtividade da manutenção, devido a uma melhor utilização de todos os recursos (mão-de-obra, materiais, equipamentos, ferramentas, instalações).”
- “Redução dos custos de manutenção, porque há conhecimento mais rápido e rigoroso de todos os fatores de custo permitindo tomar decisões corretas em tempo útil.”
- “Redução dos tempos de imobilização não programada dos equipamentos, porque é possível utilizar de forma mais extensa a manutenção preventiva.”
- “Aumento do tempo de vida dos equipamentos, por beneficiarem de mais e melhor manutenção.”
- “Redução de todos os tempos de espera, por melhor organização do trabalho e melhor informação sobre as localizações dos materiais, ferramentas, equipamentos, documentação técnica, etc.”
- “Menor tempo de imobilização por avaria, porque há um acesso mais rápido e seletivo á história da máquina e seus modos de avaria característicos, permitindo uma deteção mais eficaz.”
- “Menor perturbação do ritmo de produção, por ser mais fácil articular o plano de manutenção com o plano de produção.”
- “Maior eficácia da gestão, porque pode apoiar as suas decisões de carácter técnico ou económico em informações atualizadas e fidedignas, e é alertada para desvios relevantes logo que eles ocorram.”
- “Melhor organização da manutenção, porque a análise que precede a especificação de um sistema de gestão informatizada da manutenção revela, geralmente, insuficiências, desajustes ou redundâncias que devem ser corrigidos.”

(Pinto,V.,1994) A aplicação de um sistema informático cobre várias áreas de manutenção, como o planeamento e controlo de manutenção, manutenção programada, orçamento e custos de manutenção e informação para gestão de manutenção.

Existem várias hipóteses para adquirir um sistema informático. A primeira hipótese passa por contratar uma entidade exterior á empresa, nomeadamente uma empresa de serviços informáticos para criar e desenvolver um sistema informático sendo uma solução um pouco dispendiosa. A segunda hipótese passa por adquirir um sistema informático já criado por outra empresa, sendo uma hipótese mais económica e rápida, mas que requer mais atenção na medida em que o *software* pode não ser indicado para as características da empresa. A terceira e última hipótese passam por desenvolver um sistema informático internamente. É um processo demorado mas que permite ficar com o conhecimento total do sistema e adapta-lo a cem por cento á empresa. Para desenvolver e instalar um sistema informático é muito importante reunir toda a informação requerida em cada uma das áreas, baseada na realidade da própria empresa.

O planeamento para desenvolver um sistema informático para a gestão e melhoria da manutenção é, também, o objetivo desta dissertação.



## 4 Processo Produtivo na Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.

### 4.1 Resumo do Processo Produtivo

A conceção de um equipamento dá-se em várias etapas, desde a ordem de fabrico até ao produto final. Depois de efetuada uma encomenda por um cliente ao departamento comercial, este comunica ao departamento produtivo para se dar início ao processo de fabrico. Com esta ordem de fabrico, são emitidos vários documentos entre eles, uma listagem com todos os componentes que constituem o equipamento em questão para se proceder á separação dos mesmos e entregá-los na secção de montagem. Todos os componentes em falta são comprados, ou fabricados procedendo-se a novas ordens de fabrico. Depois de concluídas todas as ordens de fabrico e os componentes estarem reunidos, é entregue á devida secção para se realizarem, a montagem do equipamento e os devidos testes e ensaios. Em seguida procede-se á embalagem para ser entregue ao cliente.

A figura 4.1 representa um esquema do processo produtivo.

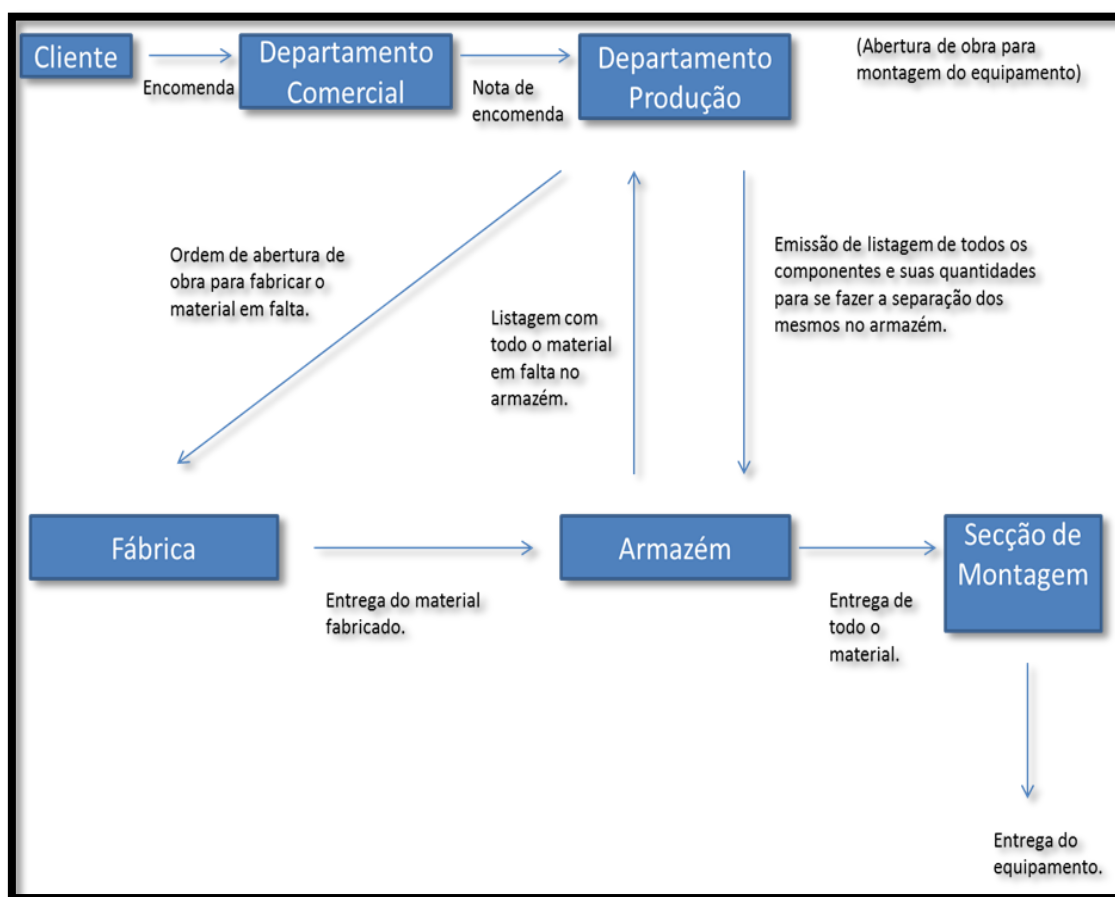


Figura 4.1 - Esquema do processo produtivo

Toda a condução do processo produtivo de um equipamento e a sua qualidade resulta, de entre outros fatores, do bom funcionamento e aproveitamento de todos os equipamentos produtivos, onde um bom plano de manutenção faz toda a diferença.

## **4.2 Layout da Área de Produção**

A área de produção do parque industrial da empresa AJC representada na figura **A.1**, é de  $5165.24m^2$ , e está dividido em várias secções, como secção de mecânica, secção de corte e quinagem, secção de soldadura, secção de montagem e eletrificação, armazém de componentes e armazém de matéria-prima. Esta divisão em várias secções ocorre por existirem diferentes características produtivas em cada secção no que toca ao tipo de matéria-prima, equipamento produtivo e itens produzidos.

As secções de mecânica e polimento, corte e quinagem, e soldadura são as que vão ser analisadas mais ao pormenor, por serem as que dispõem de maior número de equipamentos produtivos, alvos do objetivo desta dissertação.

### **4.2.1 Secção 2 – Corte e Quinagem**

A secção de corte e quinagem, representada na figura **A.2**, dispõe de uma área total de  $580.70m^2$ , composta com vinte e um equipamentos produtivos, como máquinas de corte por jacto de água, guilhotinas, quinadeiras, calandras, engenhos de furar, lixadeiras por bandas e máquinas de corte de cantos.

### **4.2.2 Secção 5 – Mecânica**

A secção de mecânica e polimento, representada na figura **A.3**, dispõe de uma área total de  $956.86m^2$ , composta com o maior número de equipamentos produtivos, verificando-se um total de trinta e cinco operacionais, entre os quais, prensas mecânicas, prensas hidráulicas, centros de maquinação e tornos com controlo numérico computadorizado (CNC), tornos paralelos, retificadoras, engenhos de furar, serrotes de fita e máquinas de polir.

### **4.2.3 Secção 6 – Soldadura**

A secção de soldadura, representada na figura **A.4**, tem uma área de  $1794m^2$ , e dispõe de oito equipamentos produtivos, entre os quais, máquinas de soldar TIG, MIG e por pontos, engenhos de furar, e dois robots para soldar.

## **5 Análise das Atuais Atividades de Manutenção na Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.**

Na empresa AJC, os negócios são conduzidos com base num sistema de gestão integrada seguindo as diretrizes da política de gestão integrada da qualidade, meio ambiente, segurança e saúde ocupacional.

A manutenção é uma das bases de garantia do bom funcionamento do sistema de produção, assegurando a conformidade dos requisitos normativos através da conservação das suas infraestruturas, garantindo assim a qualidade dos processos, preservação do meio ambiente, além da saúde e segurança dos seus colaboradores e da comunidade.

No parque industrial da empresa AJC, é praticada a manutenção do tipo corretiva e preventiva.

### **5.1 Manutenção Corretiva**

Sempre que é detetada, pelo operador, uma falha ou avaria num equipamento, o mesmo reporta ao responsável pela secção, para em conjunto com o diretor técnico tomarem uma decisão, com o objetivo de resolver a avaria o mais rápido possível para evitar os elevados custos associados a este tipo de manutenção.

Caso seja uma avaria possível de resolver dentro da sua estrutura técnica e organizacional, é dada uma ordem pelo diretor técnico para se proceder a elaboração de uma lista de material necessário, para posteriormente, se proceder á encomenda e compra do mesmo, caso seja necessário. Assim que o material necessário é reunido, dá se início á reparação do equipamento, e posteriormente são efetuados testes para determinar se estão reunidas novamente todas as condições para o bom funcionamento do equipamento. Em seguida deveria ser elaborado um relatório de serviço interno com toda a informação referente ao equipamento em questão, as causas da avaria, tempos de mão-de-obra, serviços efetuados, materiais aplicados e quantidades, testes efetuados e aprovação técnica conforme representado na figura **6.11**, relatório este, criado no decorrer da dissertação.

No caso de ser uma avaria de características técnicas, impossível de resolver dentro da própria estrutura técnica e organizacional, é contratada uma entidade externa, especializada em assistência e reparações ao tipo de equipamento em questão. É agendada uma data para os técnicos da entidade externa se deslocarem às instalações da empresa, analisarem a avaria e procederem a sua reparação. Depois de concluídas a reparação e os devidos testes para determinar se o equipamento se encontra nas condições normais de funcionamento, é elaborado um relatório de assistência representado na figura **D.1**, com as causas da avaria, serviços efetuados, tempos de reparação e materiais empregues. Em seguida este relatório é entregue á gerência e á contabilidade para ser analisado e dar início aos processos de pagamento á entidade externa. Depois de concluídos todos estes processos contabilísticos, o relatório é entregue ao departamento de produção, onde é analisado e arquivado num *dossier* que contem todos os registos do histórico do equipamento em questão. (Pinto,V.,1994) estes registos destinam-se a estudos efetuados posteriormente, para determinar se há necessidade de alterar o programa de manutenção, ou substituir o equipamento., caso este esteja a degradar-se progressivamente. A verdade é que este tipo de análise e estudo não é feito por não se dar a devida importância á manutenção, havendo a necessidade de deixar as práticas inadequadas, ser pró-ativo nas quebras dos paradigmas, introduzindo novos métodos e novas praticas.

## 5.2 Manutenção Preventiva

No parque industrial da empresa, todos os equipamentos produtivos possuem um plano de manutenção preventiva. Cada equipamento tem o seu próprio plano, consoante a suas características técnicas, necessidades de manutenção, e as devidas periodicidades. Este plano, elaborado em *Excel*, é composto por uma área informativa, que contem o ano a que está a decorrer o plano de manutenção, o nome do equipamento, o seu código, e a ultima revisão que foi feita ao plano. Em seguida contem uma tabela com cinquenta e duas colunas correspondentes as semanas que contem um ano, e um número variável de linhas correspondentes as diferentes operações de prevenção a executar no equipamento. Cada operação, consoante a sua periodicidade, contem a cinzento-escuro, a célula correspondente á semana em que tem que ser executada, onde o técnico/operador que executa a operação, assina depois de concluída a mesma. Sempre que um equipamento não é utilizado, não se executam as operações de manutenção preventiva, sendo assinalado com uma cruz nas células correspondentes as semanas que esteve parado, na última linha da tabela. Sempre que se recomeça a utilizar o equipamento depois de uma paragem, é necessário fazer uma verificação geral, conforme indica a nota informativa no plano. Na figura **D.2** encontra-se representado um exemplo de um plano de manutenção preventiva para o equipamento com o número 202.02.

Cada plano de manutenção, encontra-se anexado ao respetivo equipamento conforme representado na figura **5.1**. Isto permite ao responsável de cada secção consultar com frequência os planos de todos os equipamentos, para fazer o seu próprio planeamento das intervenções que estão por executar. As intervenções de manutenção preventiva são normalmente executadas pelos operários da própria secção, o que exige uma grande capacidade do responsável em fazer este tipo de planeamento, tendo em conta que não foram pessoas formadas para tal, e que existem tarefas produtivas a realizar.

A verdade é que devido a esta e a outras razões, e acima de tudo, por não se dar a devida importância á manutenção, os planos de manutenção não são executados com rigor, aumentando a taxa de avarias, existindo uma grande necessidade de um novo método de planeamento, objetivo desta dissertação.

A figura **5.1** representa um exemplo de um plano de manutenção anexado ao respetivo equipamento.



**Figura 5.1 - Plano de manutenção preventiva anexado ao equipamento**

## 6 Planeamento e Controlo da Manutenção na Empresa A. J. Costa (Irmãos) Lda.

### 6.1 Equipamento Produtivo Selecionado para o Plano de Manutenção

A AJC dispõe de um vasto número de equipamentos produtivos, onde se encontram mais concentrados nas secções de corte e quinagem, mecânica, e na secção de soldadura.

Segundo (Viana,2002), devido a constrangimentos de ordem técnica, económica, e mesmo cultural é aconselhável que se opte por uma implantação progressiva de um plano de manutenção, começando por uma secção da fábrica.

Assim sendo, em vez de se optar por realizar um plano de manutenção apenas em uma secção, decidiu-se seleccionar um determinado número de equipamentos nas três secções com maior índice de produtividade e maior número de equipamentos. A seleção dos equipamentos foi feita tendo em conta a sua importância para a produção, a necessidade de manutenção, e ao mesmo tempo, abrangendo vários tipos de equipamentos no que toca a características técnicas e produtivas, permitindo no futuro, incluir no sistema informático os restantes equipamentos com facilidade e rapidez.

A tabela seguinte representa os equipamentos produtivos seleccionados para o plano de manutenção, assim como o seu código.

**Tabela 6.1 - Equipamento selecionado para o planeamento**

Nº	Designação
201.02	Guilhotina "ADIRA" Modelo GHO-1030
202.02	Quinadeira "ADIRA" Modelo QHA 4512
202.03	Quinadeira "ADIRA" Modelo QH 6025
202.04	Quinadeira "ADIRA" Modelo QH 6025
205.02	Máquina de Cantos "FIM" Modelo V204
216.01	Engenho de Furar "STRANDS" Modelo S68
233.01	Máquina. Corte Jacto Água "Flying Bridge" Modelo5015
233.02	Máquina. Corte Jacto Água "WMC" Modelo 3020
503.03	Prensa Mecânica "Mecânica Exacta" Modelo.CPE90
504.06	Prensa Hidráulica "ADIRA" Modelo PHDM 400 Tons.
507.03	Centro Maquinação "TEM" Modelo BF-3200
507.04	Centro Maquinação "LAGUN "Modelo MC1000
507.06	Centro Maquinação "MTE" Modelo BF-2200
508.01	Torno CNC "TRAUB" Modelo TNM 42
508.02	Torno CNC "VICTOR" Modelo V Turn - 16
508.03	Torno CNC "DAEWOO" Modelo PUMA 400
525.01	Serrote Fita "MEGA" Modelo BS-300A
616.05	Engenho de Furar "PowerShop" Modelo L-1
636.06	Máquina de Soldar MIG "FRONIUS" Modelo Transpluls Synergetic
636.07	Máquina de Soldar MIG "FRONIUS" Modelo Transpluls Synergetic
637.02	Máquina de Soldar TIG "MIGATRONIC" Modelo Navigator 3000
637.03	Máquina de Soldar TIG "HOBART" Modelo TigWave 250
637.05	Máquina de Soldar TIG "FRONIUS" Modelo FK2200

Os equipamentos selecionados estão representados em **anexo B**.

Em **anexo C** estão representados alguns componentes fabricados pelos diferentes equipamentos.

## 6.2 Manutenção Necessária para os Equipamentos Selecionados

Depois de selecionados os equipamentos, foram analisados os atuais planos de manutenção preventiva. Estes planos conforme representado na figura **D.2**, foram elaborados por um engenheiro que trabalhou na empresa, com base num plano de lubrificação elaborado pela Castrol representado na figura **D.3**. Depois de analisar todos os planos dos vários equipamentos selecionados, verificou-se que apesar de estarem incompletos, existiam alguns erros nas ações de manutenção assim como nas suas periodicidades. Constatou-se então a necessidade de refazer todo o planeamento das ações de manutenção. Para tal, começou-se por elaborar uma tabela por secção de trabalho, em *Excel* com todas as ações de lubrificação indicadas nos planos da Castrol representado na figura **D.3**. Nas tabelas foi indicado o número do equipamento, os órgãos a lubrificar, o tipo de lubrificante, o período de serviço e o período de muda de óleo. Com esta tabela é possível consultar o plano de lubrificação para todos os equipamentos, de forma eficaz.

As tabelas com o plano de lubrificação por secção estão representadas em **anexo E**.

Depois de elaborada a tabela com todas as ações de lubrificação, procedeu-se á elaboração de uma tabela por secção de trabalho com todas as ações de manutenção necessárias para o bom funcionamento dos equipamentos. As ações de lubrificação foram retiradas dos planos de lubrificação da Castrol, assim como as periodicidades referidas para cada equipamento. O passo seguinte, consistiu em analisar os manuais e ver o que os fabricantes diziam a respeito da manutenção necessária para manter os equipamentos nas suas condições normais de funcionamento. Dos manuais analisados, retirou-se toda a informação relevante para elaborar o plano de manutenção sendo constatado que havia pouca objetividade nas ações de manutenção. Devido á falta de objetividade e por não existir muita informação nos manuais, talvez pelo facto de os fabricantes terem interesse em realizar contractos de manutenção com as empresas, foi feita uma análise a cada equipamento com o intuito de criar um plano de manutenção completo e eficaz. Esta análise foi feita em conjunto com o encarregado geral da empresa, pessoa com mais de trinta anos de experiência na AJC e conhecimento sobre os equipamentos da empresa. Foram determinadas todas as ações de manutenção preventiva necessárias para cada um dos equipamentos. Procedeu-se em seguida á elaboração de uma tabela para cada secção de trabalho, com todas as ações de lubrificação, de manutenção preventiva e manutenção preditiva, tendo em conta a segurança e proteção no trabalho, o ambiente e a qualidade. É muito importante assegurar o bom funcionamento entre homem, maquina e meio ambiente, garantindo a total segurança de todos os empregados da empresa, produzindo produtos de qualidade superior, e preservando o meio ambiente. As ações de manutenção preditiva foram adicionadas ao plano de manutenção para tornar o mesmo mais eficaz e permitir fazer o acompanhamento direto das condições do equipamento. Tem também como objetivo, eliminar, a curto e longo prazo, intervenções preventivas desnecessárias. Como exemplo, um dos casos que se teve em conta no plano de manutenção, foi o de se realizar a análise de óleos antes de se proceder á muda anual de óleo dos sistemas hidráulicos, para determinar entres outros fatores, o estado do óleo.



Com o decorrer do plano de manutenção é possível haver a necessidade de o reajustar, adicionando ou eliminando alguma intervenção. Os índices de desempenho ajudarão a determinar a necessidade de ajuste do plano, assim como todo o histórico de manutenção do equipamento.

Esta fase foi processada com especial atenção, pois são as determinadas ações de manutenção que vão realmente manter os equipamentos nas suas devidas condições de funcionamento, sempre com o objetivo de chegar as zero falhas, eliminando paragens de produção, permitindo á empresa cumprir com os prazos pré-definidos e manter a sua boa imagem.

As tabelas com todas as intervenções de manutenção para os equipamentos selecionados e suas periodicidades encontram-se representadas em **anexo F**.

Foi criada também uma tabela em *Excel* com todas as ações de manutenção que fazem parte do plano e a sua codificação, presando sempre uma boa organização. A tabela encontra-se representada em **anexo G**.

### 6.3 Codificação dos Equipamentos e Itens Sujeitos a Manutenção

(Pinto,V.,1994) A codificação da localização, dos equipamentos, dos subconjuntos e dos conjuntos, é uma etapa com bastante importância para a organização da manutenção pois permite identificar e abranger todos os itens da fábrica sujeitos a manutenção sem o problema de os omitir ou duplicar.

A tabela 6.2 foi criada para facilmente codificar um item sujeito a uma ação de manutenção.

**Tabela 6.2 - Codificação**

Secção	Família de equipamentos	Nº Sequencial	Sistema	Componente
02 - Corte e Quinagem 05 - Mecânica 06 - Soldadura	01 - Guilhotina	01 - Equip. nº 1	01 - Sistema hidráulico	01 - Caixa de velocidades
	02 - Quinadeira	02 - Equip. nº 2	02 - Sistema pneumático	02 - Bomba hidráulica
	03 - Prensa mecânica	03 - Equip. nº 3	03 - Sistema mecânico	03 - Cilindro hidráulico
	04 - Prensa hidráulica	04 - Equip. nº 4	04 - Sistema eléctrico	04 - Tubagem
	05 - Maq. Cortar cantos	05 - Equip. nº 5	05 - Sistema centralizado de lubrificação	05 - Motor eléctrico
	07 - Centro de maquinação	06 - Equip. nº 6	06 - Sistema segurança e protecção	06 - Motor hidráulico
	08 - Torno CNC	07 - Equip. nº 7	07 - Sistema de processamento	07 - Bomba Refrigeração
	16 - Engenho de furar		08 - Sistema de comando e controlo	08 - Quadro eléctrico
	25 - Serrote de fita			09 - Intensificador
	33 - Maq. Corte jato água			10 - Camara de expansão
	36 - Maq. Soldar MIG			11 - Computador
	37 - Maq. Soldar TIG			12 - Comando de CNC
				13 - Rolamento
				14 - Fuso
				15 - Conexão
				16 - Filtro ar
				17 - Filtro óleo
				18 - Correia
				19 - Micro
				20 - Redutor
				21 - Porta ferramentas
				22 - Tensor
				23 - Guia
				24 - Barramento
				25 - Cabo de rede
				26 - Ficha de rede
				27 - Tocha
				28 - Corrente
				29 - Esbarro
				30 - Pedal
				31 - Lamina
				32 - Bucha de aperto

A tabela é dividida por cinco colunas, representando as cinco fases da codificação de um item sujeito a manutenção. Na primeira coluna estão representadas as três secções de trabalho com os seus respectivos números. Na segunda coluna estão representadas as várias famílias de equipamentos e a terceira coluna representa o número sequencial de um equipamento dentro da sua família de equipamentos. Esta codificação dos equipamentos por secção e família de equipamentos já existia na empresa. Com o objetivo de melhorar a organização da manutenção foram codificados os vários sistemas que formam um equipamento, assim como os vários componentes que formam um sistema conforme representado na quarta e quinta colunas, respetivamente.

Por exemplo, a codificação do motor hidráulico da guilhotina 201.02, seria 201.02.01.02. Através deste código é possível identificar que componente, de que sistema, de que equipamento, e de que secção vai ser sujeito a manutenção. Também como exemplo, no caso de ser efetuada uma ação de manutenção a todo o sistema hidráulico da guilhotina o código seria 201.02.01.

## **6.4 Proposta para Sistema Informatizado de Planeamento da Manutenção**

Para harmonizar todos os processos relacionados com a manutenção de uma empresa, é muito importante a existência de um sistema informático para fazer o planeamento e controlo da manutenção. Tem como objetivo, entre outros aspetos, identificar nitidamente todos os serviços que são feitos, quando são feitos, os recursos necessários para a sua execução, o tempo necessário para cada serviço assim como o seu custo, materiais aplicados e ferramentas necessárias. Permite também fazer análises sistemáticas aos índices de manutenção, analisar históricos com o objetivo de melhorar progressivamente e ajustar o plano de manutenção as necessidades dos equipamentos e da empresa.

(Pinto,V.,1994) A proposta seria o desenvolvimento de uma linguagem de código em VBA (*Visual Basic for Applications*), para permitir ao engenheiro de manutenção controlar e manipular de forma organizada e concisa todo o planeamento elaborado em *Excel*. É um processo que permite reter o total conhecimento do sistema e adapta-lo a cem por cento á empresa.

(Almeida,2009) O *Visual Basic for Applications* é uma linguagem de programação baseada no *software Visual Basic*, que foi desenvolvida pela *Microsoft* para trabalhar em conjunto com as aplicações *Excel*, *Word*, *Project*, entre outras aplicações da empresa. Em 1994 foi integrado pela primeira vez no *Excel 5*, e nos dias que decorrem é considerada um ferramenta rica em funcionalidade e extremamente flexível. A combinação do ambiente VBA e do *Excel*, intensifica um aumento da flexibilidade e uma maximização das ferramentas existentes na folha de cálculo, sendo possível unir as funcionalidades existentes nos dois ambientes, para que, em conjunto facilitem a automatização das atividades realizadas pelos utilizadores, através de, por exemplo, caixas de diálogo, menus e barras de ferramentas.

Não tendo sido desenvolvido uma linguagem de código em VBA pelo facto de não ter conhecimentos para tal, e por sair um pouco dos objetivos desta dissertação, foram pensadas e desenhadas janelas com menus de interface entre as ferramentas em *Excel*, nomeadamente as folhas de cálculo do controlo e planeamento da manutenção, para ser desenvolvida a linguagem através das mesmas. Este passo seria dado, caso houvesse interesse por parte da empresa, através de conhecimentos a adquirir, ou de uma forma mais rápida, contratando um programador para o fazer.

Embora as janelas com menus de interface sejam apenas para servir de plano caso se venha a desenvolver a linguagem em VBA, todas as folhas de cálculo foram criadas e desenvolvidas em *Excel*, permitindo ao usuário fazer toda a gestão da manutenção de forma manual.

## 6.5 Programa de Manutenção

Ao abrir e iniciar o *Excel*, depois de o utilizador fazer o *log in*, é apresentado um menu inicial conforme representado na figura 6.1, com seis botões, cada um deles referente ao planeamento dos diferentes anos apresentados, permitindo ao planeador preparar o planeamento do ano seguinte e consultar todo o histórico dos anos anteriores.

A figura 6.1 representa o menu manutenção com os vários anos do programa de manutenção.



Figura 6.1 - Menu Manutenção

Ao pressionar o botão referente ao ano que pretende planejar, ou simplesmente fazer uma consulta, neste caso o ano de 2013, é apresentado um novo menu, conforme representado na figura 6.2, onde o planeador tem várias opções disponíveis, dependendo do tipo de trabalho que quer realizar. É aqui que o planeador dá início ao seu trabalho dispondo de várias ferramentas para gerir o planeamento através da entrada nos menus dos equipamentos, peças, relatório de serviço, planeamento, mão-de-obra e ordem de serviço. Pode, também, simplesmente retroceder e sair do programa. Cada um destes menus tem a sua própria função, sendo o objetivo final e de todos, ajudar a planejar e controlar a manutenção.

A figura 6.2 representa o menu manutenção 2013 com várias ferramentas á disposição.



Figura 6.2 - Menu Manutenção 2013

### 6.5.1 Equipamentos

Ao entrar no menu dos equipamentos, é aberto um menu conforme representado na figura 6.3, para o planeador seleccionar a secção referente ao equipamento que pretende analisar. São apresentadas as três secções de trabalho, a secção 2 de corte e quinagem, a secção 5 da mecânica e a secção 6 de soldadura.

A figura 6.3 representa o menu 1.Equipamentos referente aos equipamentos sujeitos a manutenção.

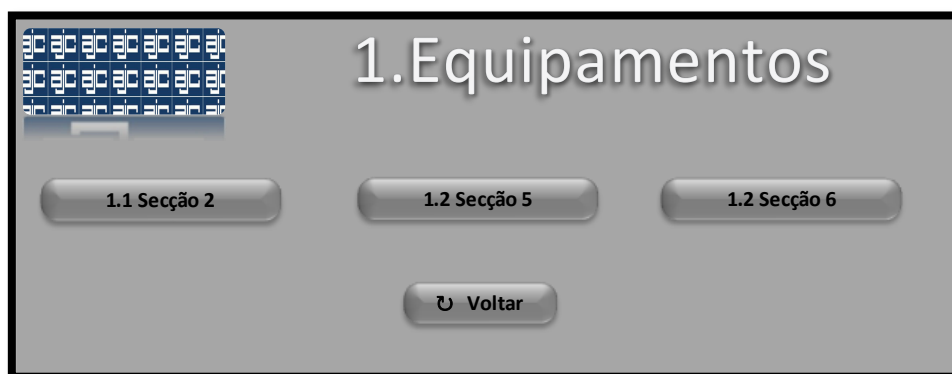


Figura 6.3 - Menu 1. Equipamentos

Imaginando que o planeador pretende analisar um equipamento da secção de corte e quinagem, é pressionado o botão referente a esta secção, sendo aberto um menu conforme o representado na figura 6.4. Neste menu são apresentadas várias opções com todos os equipamentos da secção de corte e quinagem e o seu respetivo código, permitindo ao planeador abrir o menu referente ao equipamento que pretende analisar.

A figura 6.4 representa o menu 1.1 referente aos equipamentos da secção 2 de corte e quinagem.



Figura 6.4 - Menu 1.1 Secção 2

Supondo que o planeador tem como objetivo analisar o equipamento de código 202.03, quinadeira de marca “ADIRA” modelo “QH 6025” é apresentado um menu conforme representado na figura 6.5. Neste menu referente exclusivamente ao equipamento em questão, é apresentada uma imagem do mesmo, assim como várias características que o planeador deverá ter em conta para tomar determinadas decisões., tais como, marca, modelo, ano de fabrico, preço de compra, número de série, tensão elétrica, frequência, potência, velocidade angular, dimensões e peso. São apresentados também vários botões com funções distintas referentes ao equipamento de código 202.03, funções estas, demonstradas no próximo parágrafo.

A figura 6.5 representa o menu 1.1.3 referente aos equipamentos da secção 2 de corte e quinagem.



**Figura 6.5 - Menu 1.1.3 Quinadeira (202.03)**

Ao pressionar botão (1.1.2.1 Documentos), é aberta uma pasta com todos os documentos referentes ao equipamento em questão, tais como, esquemas, manuais e desenhos técnicos, para serem consultados facilmente pelo planeador caso necessite, e até serem impressos para auxiliar um técnico de manutenção durante uma operação de manutenção. Cada equipamento possui o seu próprio manual, assim como esquemas e desenhos técnicos todos eles entregues no ato da compra. Esta opção de digitalizar todos os documentos e mante-los numa pasta, permite ao planeador fazer consultas aos mesmos com facilidade e rapidez, assim como, a nível organizacional é bastante eficaz.

Em **anexo D**, a figura **D.4** representa um desenho técnico do equipamento 202.03.

O botão (1.1.2.2 Desempenho), reencaminha o planeador para uma folha de cálculo do *Excel*, conforme representado na figura 6.6. Esta opção é apenas para fazer consultas e análises ao desempenho do equipamento, não sendo possível inserir ou alterar valores. A folha de cálculo de desempenho do equipamento é composta por uma tabela com os índices de manutenção, uma tabela com os indicadores de manutenção, um gráfico com a representação da eficiência do equipamento ao longo do tempo, e um outro gráfico com a representação dos indicadores de manutenção.

A tabela de índices de manutenção é composta por seis colunas e por trinta e uma linhas correspondentes aos trinta e um dias do mês de Janeiro como exemplo. A coluna dos objetivos corresponde ao objetivo diário do número de horas de funcionamento do equipamento, ou seja oito horas diárias. A coluna referente ao número de paragens (N), é a coluna onde se insere o número de paragens por dia, e na coluna referente ao tempo para reparar (TTR) são colocadas as horas desde a deteção da avaria até à reparação da mesma, sendo estas duas colunas, as únicas onde se inserem dados. A inserção dos dados referentes, ao número de paragens (N), e ao tempo necessário para fazer a reparação (TTR), só é possível se o planeador entrar na folha de cálculo através do botão (1.1.2.3 Inserir Paragem). Esta opção é utilizada pelo planeador, sempre que é praticada uma ação de manutenção corretiva, ou uma ação de manutenção preditiva ou preventiva que leve a uma ação corretiva. Numa destas situações, ou seja sempre que há necessidade de uma intervenção corretiva devido a uma falha no equipamento, é emitido um relatório de serviço com um número sequencial conforme representado na figura 6.11, pré-preenchido pelo responsável do planeamento com os dados do equipamento, para ser concluído pelo técnico, ou pelos técnicos de manutenção depois do equipamento ser reparado. Posteriormente, este relatório de serviço é entregue ao planeador, para, entre outras ações descritas mais a frente, o mesmo fazer a inserção do número de paragens e do tempo que foi utilizado para reparar e deixar o equipamento no seu normal estado de funcionamento. Ao inserir estes dados, o planeador regista estas informações e obtém outras como a coluna (TTF) assim como a coluna da eficiência diária que são geradas automaticamente. Como exemplo, e para confirmar a funcionalidade da folha de cálculo, foram inseridas duas paragens, uma no dia 6 com um TTR de duas horas, e outra no dia 21 que se prolongou até ao dia 22 com um TTR de 11 horas. A primeira paragem, segundo o TTR foi resolvida em pouco tempo desde o tempo em que foi detetada, devido ao facto de existir em *stock*, a peça de substituição. A segunda paragem, ao contrário da primeira teve um TTR bastante mais longo, por não existir em *stock* a peça de substituição, e ser necessário esperar pela entrega do fornecedor, que só o conseguiu fazer no dia seguinte. Esta paragem, que podia ser rapidamente resolvida como a primeira caso existisse a peça em *stock*, prejudicou o desempenho do equipamento, e gerou uma quebra mais acentuada na produção, pois o equipamento esteve parado 11 horas, até ser reparado. Destaca-se a importância de criar um *stock* de peças consideradas críticas, através do histórico de peças, para evitar situações como estas.

A tabela de indicadores de manutenção referente ao mês de Janeiro, representa o número total de avarias, a eficiência do equipamento, o tempo médio de reparação, o tempo médio para haver falha, o tempo médio entre falhas e a disponibilidade do equipamento. Todos estes valores são gerados automaticamente, através de fórmulas referenciadas no subcapítulo 3.12.

O gráfico referente ao desempenho do equipamento é gerado automaticamente, e serve para mostrar ao planeador, como o nome indica, o desempenho do equipamento ao longo do tempo. Tem como objetivo ajudar a tomar decisões em relação à necessidade de ajustes do plano de manutenção, ou até mesmo à necessidade de abate do equipamento e aquisição de um novo. É

um tipo de análise que tem bastante importância a nível financeiro, porque em certos casos, e normalmente derivado ao número de anos de vida do equipamento como demonstra o gráfico de distribuição de avarias representado na figura **3.11**, o investimento na sua manutenção não retribui o retorno esperado.

O gráfico referente aos indicadores de manutenção é gerado automaticamente, e auxilia o planeador a tomar decisões a respeito das ações de manutenção. Os indicadores do tempo entre falhas (MTBF) e o tempo médio de bom funcionamento (MTTF), permite ao planeador avaliar a eficácia das ações de manutenção preventiva e preditiva ao equipamento, e reformular as mesmas caso seja necessário. O indicador referente ao tempo total de reparação, representa o tempo desde a deteção da avaria até á reparação da mesma, e permite ao planeador melhorar as ações de manutenção corretiva, caso determine que o tempo de reparação do equipamento seja bastante elevado e que possa ser melhorado. Neste caso o planeador deve fazer melhorias em relação á disponibilidade dos técnicos, ferramentas e equipamentos, diminuir o tempo de espera para o fornecimento de peças através da melhoria da relação com os fornecedores, e realçar novamente a importância de criar um *stock* de peças responsáveis por avarias frequentes através da análise do histórico de peças (2.Peças), apresentado posteriormente.

Foi inserida a opção de impressão do documento caso o planeador necessite.



A figura 6.6 representa a folha de cálculo do desempenho do equipamento com o código 202.03.

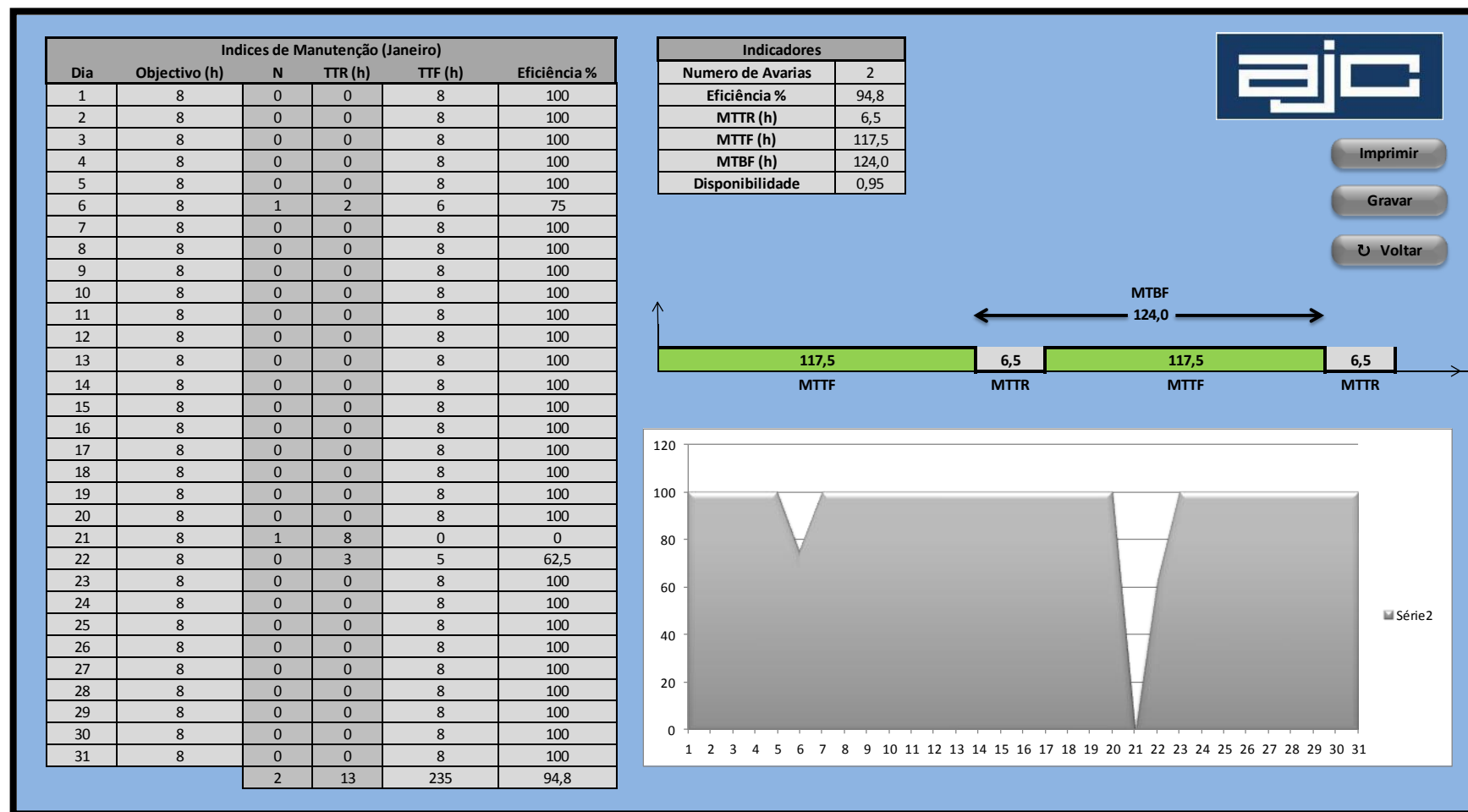
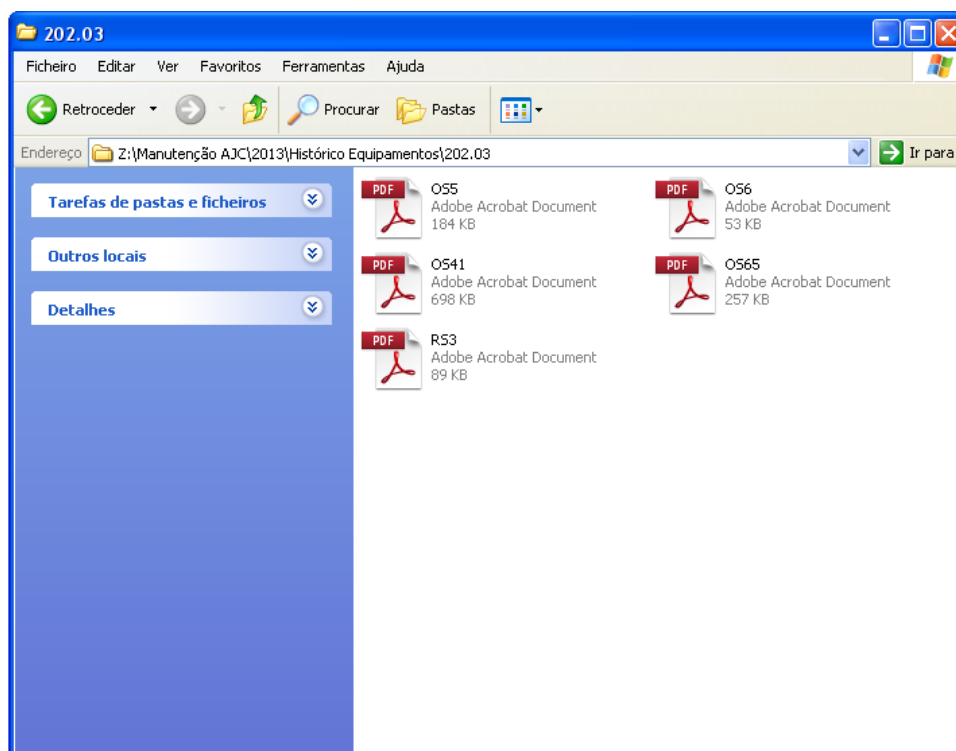


Figura 6.6 - Folha de cálculo do desempenho

O botão (1.1.2.4 Histórico) reencaminha o planeador para uma pasta referente ao histórico do equipamento em questão conforme representado na figura 6.7. Depois de concluída uma ordem de serviço ou um relatório de serviço, e posteriormente entregue ao planeador, é analisado e convertido para formato digital. Esta análise consiste, entre outras ações, em distribuir todos os dados referentes, a horas de mão-de-obra, tempo de reparação, peças substituídas, etc., nos devidos campos. Depois de concluído todo o processo de análise e de recolha de dados, o planeador “fecha” a ordem ou relatório de serviço, convertendo-o em formato digital conforme referido anteriormente, e faz a gravação do mesmo na pasta do histórico do equipamento. Este histórico do equipamento é bastante importante para no futuro e em caso de necessidade serem realizados determinados estudos.

A figura 6.7 representa uma imagem da pasta onde são gravados os ficheiros do histórico do equipamento.



**Figura 6.7 - Pasta do histórico do equipamento 202.03**

O botão (1.1.2.5 Manutenção), reencaminha o planeador para uma folha de cálculo em *Excel*, com uma tabela conforme representada na tabela 6.3. Aqui o planeador tem a opção de consultar todas as ações de manutenção referentes ao equipamento em questão assim como as suas periodicidades. Para além deste tipo de consultas, o planeador tem a escolha de fazer ajustes na tabela eliminando ou adicionando uma ou mais ações de manutenção, ou alterar as periodicidades, se assim o determinar. Qualquer alteração nesta tabela gera automaticamente uma alteração na tabela do planeamento, tabela 6.7, através do botão (gravar), no plano do respetivo equipamento. Este cruzamento de dados permite ao planeador fazer alterações apenas na tabela 6.3, evitando ter de fazer o mesmo trabalho duas vezes, e até ser induzido em erro na tabela 6.7 por ser uma tabela com muita informação. Depois de os dados serem cruzados, o planeador tem apenas de fazer o planeamento das novas ações de manutenção, consoante a sua periodicidade. É um processo com bastante importância para a organização

Na tabela seguinte estão representadas todas as ações de manutenção para o equipamento de código 202.03.

**Tabela 6.3 - Tabela de manutenção do equipamento de código 202.03**

Equipamento	Código	Designação	Periodicidade	Material	
202.03	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A	<div>Gravar</div> <div>Voltar</div>
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A	
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A	
	MPD4	Análise de ultrasons	Anual	N/A	
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	CASTROL HYPSPIN AWS 68	
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	CASTROL HYPSPIN AWS 68	
	MPV4	Injectar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	CASTROL SPHEEROL AP2	
	MPV5	Injectar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Mensal	CASTROL MAGNA BD 68	
	MPV7	Lubrificar o fuso do esbarro	Mensal	CASTROL SPHEEROL AP2	
	MPV6	Lubrificar rolamentos	Mensal	CASTROL SPHEEROL AP2	
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A	
	MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Semestral	N/A	
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semestral	N/A	
	MPV43	Verificar pedal activador	Semestral	N/A	
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semestral	N/A	
	MPD1	Análise de óleo	Semestral	N/A	

## 6.5.2 Peças

Voltando ao menu da figura 6.2, e pressionando no botão (2.Peças), o planeador é reencaminhado para uma folha de cálculo com a tabela 6.4 e com o gráfico representado na figura 6.8.

A tabela 6.4 é constituída por dez colunas, cada uma com a designação, data, número sequencial de ordem de serviço ou relatório de serviço, código da ação de manutenção, tipo de manutenção, a secção de trabalho onde se encontra o equipamento, código do equipamento, designação das peças, quantidade aplicada, preço por unidade e preço total. O número de linhas é indeterminado, visto que as linhas são geradas sempre que durante uma ação de manutenção é necessário substituir uma ou mais peças num equipamento.

Todas as ações de manutenção, são registadas através das ordens de serviço ou relatórios de serviço, consoante o tipo de manutenção. Estes documentos, conforme representados nas figuras 6.14 e 6.11 respetivamente, possuem um campo onde o técnico de manutenção faz, entre outros registos, o registo de peças aplicadas e a sua quantidade. Assim que o planeador recebe estes documentos, e caso o técnico tenha aplicado peças novas durante uma ação de manutenção, é feito um registo na tabela 6.4, coma data em que foi realizada a intervenção, o número da OS ou RS, o código da ação de manutenção, o tipo de manutenção realizada, a secção onde se encontra o equipamento a produzir e o seu código, a designação da peça aplicada no equipamento assim como a quantidade aplicada e o preço. A coluna com o preço total é gerada automaticamente. Este tipo de registo, permite ao planeador criar um histórico de peças aplicadas durante as ações de manutenção, para poder criar um *stock* com aquelas peças que se consideram críticas, reduzindo o tempo de reparação e diminuindo perdas de produção.

É possível ainda fazer filtragens por tipo de manutenção, secção, equipamento ou designação do material. Esta ferramenta é bastante útil ao planeador para fazer análise de peças aplicadas por

tipo de manutenção, por secção, verificar todas as peças que um determinado equipamento levou, ou verificar em que equipamentos foram aplicados uma determinada peça. A nível financeiro, as colunas com os preços do material, mostram ao planeador, todos os gastos com peças substituídas. Para melhorar a análise financeira, o planeador pode novamente fazer filtragens para determinar os gastos com uma determinada máquina, secção, tipo de manutenção ou numa intervenção. O gráfico representado na figura 6.8 é gerado automaticamente através das colunas manutenção, secção e preço total, e demonstra o comparativo dos gastos em peças, entre as manutenções corretiva e preventiva, nas diferentes secções.

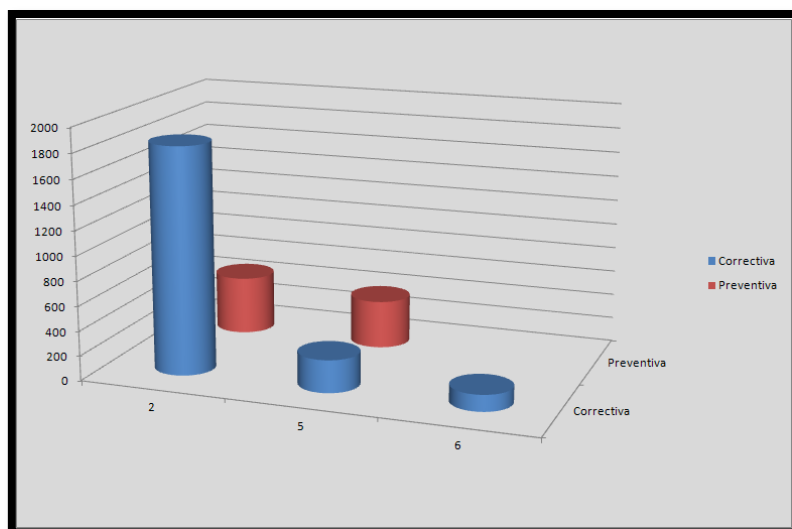
Os valores inseridos na tabela servem apenas para demonstrar o funcionamento da mesma, servindo apenas como exemplo.

Na tabela seguinte está representado todo o histórico de peças aplicadas nas ações de manutenção corretiva e preventiva.

**Tabela 6.4 - Tabela do histórico de peças**

Data	OS/RS Nº	Código	Manutenção	Secção	Equipamento	Designação Material	Quantidade	Preço	Preço Total
05-01-2013	OS1	MPV2	Preventiva	5	508.02	CASTROL HYPIN AWS 46 (1Litro)	42	4,00 €	168,00 €
05-01-2013	OS1	MPV2	Preventiva	5	508.02	Filtro óleo	2	36,00 €	72,00 €
05-01-2013	OS1	MPV2	Preventiva	5	508.02	Junta silicone	4	9,79 €	39,16 €
10-01-2013	OS4	MPV6	Preventiva	2	202.04	Rolamento ZRD66 -6303ZZ	2	18,33 €	36,66 €
13-01-2013	RS1	MC2	Correctiva	2	233.01	Gateway	1	225,00 €	225,00 €
13-01-2013	RS1	MC2	Correctiva	2	233.01	PMAG	2	83,00 €	166,00 €
15-01-2013	OS5	MPV9	Preventiva	5	508.03	CASTROL HYPIN AWS 46 (1Litro)	10	4,90 €	49,00 €
15-01-2013	OS5	MPV3	Preventiva	5	508.03	Filtro óleo	2	23,00 €	46,00 €
20-01-2013	RS2	MC2	Correctiva	5	507.03	Molas ref.76411A p/ ATC	5	19,50 €	97,50 €
26-01-2013	RS3	MC2	Correctiva	5	508.02	Bateria p/ CPU 8055 FAGOR	1	28,45 €	28,45 €
02-02-2013	OS8	MPV10	Preventiva	2	233.01	Vedantes do intensificador	2	39,90 €	79,80 €
04-02-2013	OS9	MPV15	Preventiva	5	503.03	Correia	1	53,00 €	53,00 €
15-02-2013	RS4	MC2	Correctiva	5	507.04	Pressostato ar	1	35,00 €	35,00 €
15-02-2013	RS4	MC2	Correctiva	5	507.04	Tê 10mm	1	6,00 €	6,00 €
15-02-2013	RS4	MC2	Correctiva	5	507.04	Fusível 10x38 4A	1	4,00 €	4,00 €
17-02-2013	OS10	MPV9	Preventiva	5	507.03	O-ring 52x2xNBR 70	2	4,35 €	8,70 €
17-02-2013	OS10	MPV9	Preventiva	5	507.03	CASTROL HYPIN AWS 32 (1Litro)	30	4,00 €	120,00 €
17-02-2013	OS10	MPV9	Preventiva	5	507.03	Anilha cobre	1	0,26 €	0,26 €
24-02-2013	OS15	MPV10	Preventiva	2	233.02	Vedantes do intensificador	2	39,90 €	79,80 €
27-02-2013	RS5	MC2	Correctiva	2	201.02	Lamina 3100x75x15 K340	1	1.286,00 €	1.286,00 €
28-02-2013	RS6	MC1	Correctiva	6	636.07	Tocha TTG2200	1	85,00 €	85,00 €
28-02-2013	RS6	MC1	Correctiva	6	636.07	Cabo de ligação á terra	1	48,00 €	48,00 €
28-02-2013	OS17	MPV2	Preventiva	2	202.02	CASTROL HYPIN AWS 68 (1Litro)	45	5,50 €	247,50 €
28-02-2013	OS17	MPV2	Preventiva	2	202.02	Filtro óleo	1	27,00 €	27,00 €
02-03-2013	RS7	MC2	Correctiva	5	507.03	Veio da caixa de velocidades	1	75,00 €	75,00 €
02-03-2013	RS7	MC2	Correctiva	5	507.03	O-ring 48X2,62	2	7,25 €	14,50 €
02-03-2013	RS7	MC2	Correctiva	5	507.03	Pararuso sext. Int. M4x10	8	0,35 €	2,80 €
04-03-2013	RS8	MC1	Correctiva	2	233.01	Bocal de tungsténio	1	154,30 €	154,30 €

A figura seguinte representa um gráfico, gerado automaticamente através de dados da tabela 6.4, com a despesa em peças durante a manutenção corretiva e preventiva aos equipamentos nas três secções.



**Figura 6.8 - Gráfico de gastos em peças**

### 6.5.3 Mão-de-Obra

No menu da figura 6.2, e pressionando o botão (5.Mão-de-Obra), o planeador entra numa folha de cálculo com a tabela 6.5 e com o gráfico representado na figura 6.9. Esta área de trabalho foi pensada para se registar a mão-de-obra aplicada nas intervenções de manutenção, assim como, para serem feitas as devidas análises. Os registos são feitos através das ordens e relatórios de serviço, onde o planeador insere na tabela a data do serviço, o tipo de serviço, o tipo de manutenção, a secção onde foi realizada a ação de manutenção, o equipamento, o número de horas de mão-de-obra, o preço medio por hora de mão-de-obra, e o preço total que é gerado automaticamente. O preço medio por hora de mão-de-obra, depende do tipo de manutenção, porque normalmente as intervenções externas têm um preço bastante mais elevado.

O planeador pode fazer filtragens pelo tipo de manutenção, secção de trabalho, e equipamento, para fazer análises de horas de mão-de-obra e preços, mais objetivas.

O gráfico representado na figura 6.9, é gerado automaticamente através das colunas, manutenção, secção, e mão-de-obra, da tabela 6.5, e demonstra o número de horas de mão-de-obra aplicadas durante as intervenções de manutenção nas diferentes secções de trabalho.

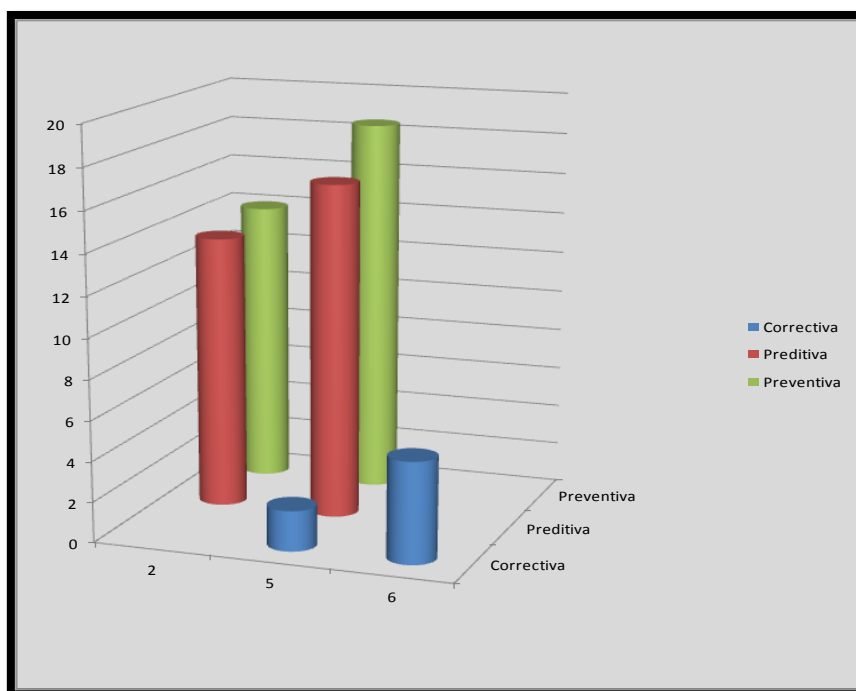
De salientar, que os valores introduzidos na tabela 6.5, servem meramente como exemplo, para demonstrar a logica de trabalho.

Na tabela seguinte está representada a mão-de-obra aplicada nas ações de manutenção corretiva preventiva e preditiva.

**Tabela 6.5 - Tabela de mão-de-obra**

Data	OS/RS N°	Manutenção	Secção	Equipamento	Mão-de-obra (Horas)	Preço Médio (Hora)	Preço Total
05-01-2013	OS1	Preventiva	2	201.02	2,5	6,00 €	15,00 €
05-01-2013	OS2	Preditiva	2	201.02	1,5	6,00 €	9,00 €
05-01-2013	OS3	Preventiva	2	202.02	3	6,00 €	18,00 €
10-01-2013	OS4	Preditiva	2	202.02	2	6,00 €	12,00 €
13-01-2013	OS5	Preventiva	2	202.03	2	6,00 €	12,00 €
13-01-2013	OS6	Preditiva	2	202.03	1,5	6,00 €	9,00 €
15-01-2013	OS7	Preventiva	2	202.04	4	6,00 €	24,00 €
15-01-2013	OS8	Preditiva	2	202.04	1	6,00 €	6,00 €
20-01-2013	OS9	Preventiva	2	205.02	1	6,00 €	6,00 €
26-01-2013	OS10	Preditiva	2	205.02	3	6,00 €	18,00 €
02-02-2013	OS11	Preventiva	2	216.01	1,5	6,00 €	9,00 €
04-02-2013	OS12	Preventiva	2	233.01	2	6,00 €	12,00 €
15-02-2013	OS13	Preditiva	2	233.01	3,5	6,00 €	21,00 €
15-02-2013	OS14	Preventiva	2	233.02	0,5	6,00 €	3,00 €
15-02-2013	RS1	Correctiva	5	508.03	2	35,00 €	70,00 €
17-02-2013	OS15	Preditiva	2	233.02	1	6,00 €	6,00 €
17-02-2013	OS16	Preventiva	5	503.03	2	6,00 €	12,00 €
17-02-2013	OS17	Preditiva	5	503.03	2	6,00 €	12,00 €
24-02-2013	OS18	Preventiva	5	504.06	5	6,00 €	30,00 €
27-02-2013	OS19	Preditiva	5	504.06	3,5	6,00 €	21,00 €
28-02-2013	OS20	Preventiva	5	507.03	2	6,00 €	12,00 €
28-02-2013	OS21	Preditiva	5	507.03	4	6,00 €	24,00 €
28-02-2013	OS22	Preventiva	5	507.04	2,5	6,00 €	15,00 €
28-02-2013	OS23	Preditiva	5	507.04	3	6,00 €	18,00 €
02-03-2013	RS2	Correctiva	6	636.07	5	6,00 €	30,00 €
02-03-2013	OS24	Preventiva	5	507.06	4	6,00 €	24,00 €
02-03-2013	OS25	Preditiva	5	507.06	4	6,00 €	24,00 €
04-03-2013	OS26	Preventiva	5	508.01	3	6,00 €	18,00 €

A figura seguinte representa um gráfico com as horas de mão-de-obra gastas nas ações de manutenção corretiva, preventiva, e preditiva nas diferentes secções.



**Figura 6.9 - Gráfico de horas de mão-de-obra**

#### 6.5.4 Relatório de Serviço

Voltando ao menu da figura 6.2, e pressionando no botão (3.Relatório de Serviço), é apresentado um menu conforme representado na figura 6.10.

Neste menu existem três opções disponíveis, digitar relatório, histórico e registros.

A figura 6.10 representa o menu 3.Relatório de Serviço.



**Figura 6.10 - Menu 3. Relatório de Serviço**

A primeira opção, digitar relatório, é utilizada sempre que há necessidade de realizar uma intervenção corretiva. Quando se dá uma falha num equipamento, normalmente detetada pelo operador, é reportado ao responsável pela secção, que trata de informar o planeador. Em seguida é feita uma avaliação á anomalia para determinar se é possível resolver o problema dentro da fábrica, ou se há necessidade de contratar uma empresa externa. Em qualquer um dos dois casos, é emitido um relatório de serviço conforme representado na figura 6.11, pré-preenchido com os dados do equipamento, secção onde se encontra, o tipo de intervenção, a pessoa que detetou a avaria e a data e horas que foi detetada.

A figura seguinte representa um relatório de serviço criado para registar ações de manutenção corretiva.


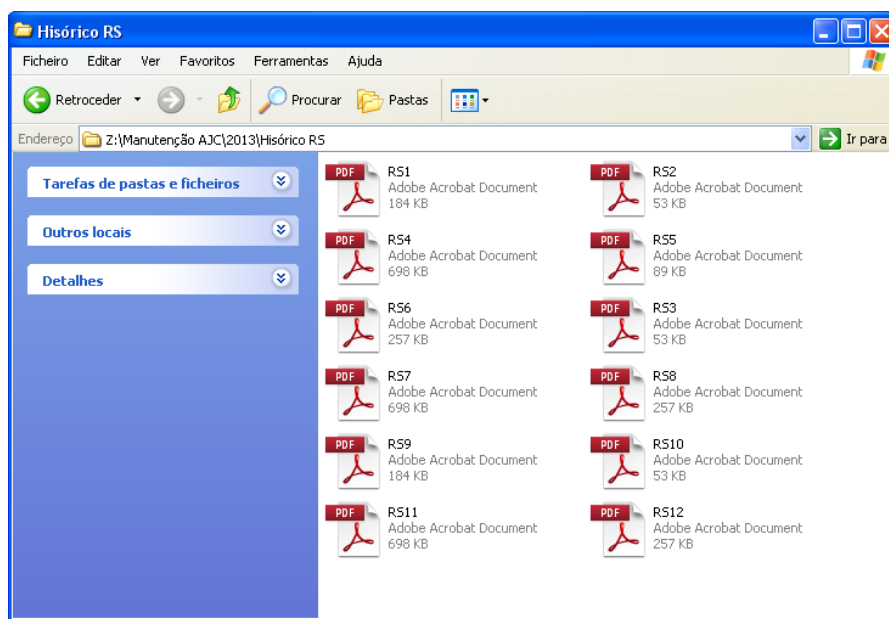
 <b>RELATÓRIO DE SERVIÇO</b>																			
Secção: _____ Equipamento: _____ Nº _____ Nº Série _____																			
Tipo de Manutenção: _____ Código: _____																			
Avaria detetada por: _____ Data: _____ Horas: _____ : _____																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>             Intervenção Interna <input type="checkbox"/> </div> <div>             Técnico _____ Nº _____              Técnico _____ Nº _____           </div> </div>																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>             Intervenção Externa <input type="checkbox"/> </div> <div>             Data: _____ Inico: _____ : _____ Fim: _____ : _____              Data: _____ Inico: _____ : _____ Fim: _____ : _____              Data: _____ Inico: _____ : _____ Fim: _____ : _____           </div> </div>																			
Serviços Efectuados: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____																			
Material Aplicado: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Designação</th> <th style="width: 20%;">Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Designação	Quantidade																
Designação	Quantidade																		
<b>Aprovação do Serviço</b>																			
Equipamento encontra-se em boas condições para produzir : _____																			
Equipamento encontra-se dentro dos padrões de higiene e segurança : _____																			
Contador de Horas: _____																			
Aprovação Técnica: _____																			
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RS nº 1</div> <div style="display: flex; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 10px; background-color: #cccccc;">Imprimir</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 10px; background-color: #cccccc;">Gravar no Histórico</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 10px; background-color: #cccccc;">↶ Voltar</div> </div> </div>																			

Figura 6.11 - Relatório de serviço



Depois de o equipamento ser reparado e serem restituídas as suas normais funções, o técnico responsável pela reparação tem o dever de concluir o relatório para ser processado pelo planeador posteriormente. Este processamento consiste em analisar a intervenção, retirar todas as variáveis, como horas de mão-de-obra, hora a que foi detetada a avaria, peças substituídas, tipo de intervenção etc. e introduzir nos respetivos campos. Em seguida deve converter o relatório em formato digital, proceder à sua gravação através da tecla (Gravar no Histórico). Sempre que se procede a gravação do relatório, é gravada uma cópia na pasta do histórico do equipamento em questão conforme representada na figura 6.7, e outra na pasta de todo o histórico de relatórios de serviço conforme representado na figura 6.12.

A figura 6.12 representa uma imagem da pasta onde são gravados todos os relatórios de serviço.



**Figura 6.12 - Pasta do histórico dos relatórios de serviço**

Para consultar a pasta de todo o histórico de relatórios de serviço representada na figura 6.12, basta pressionar o botão (3.2 Histórico) do menu 3 representado na figura 6.10.

O botão (3.3 Registos) reencaminha o planeador para a tabela representada em 6.6. Nesta tabela são feitos todos os registos de relatórios de serviço internos e externos provenientes de ações corretivas. A tabela é composta por seis colunas, onde o planeador insere a data de realização do serviço, o número sequencial do RS, o código da intervenção permitindo determinar se foi uma intervenção interna ou externa, o nome do técnico responsável pela intervenção, a secção de trabalho e o equipamento que foi alvo da intervenção. Esta tabela tem como principal objetivo organizar todos os RS efetuados, e as suas variáveis. Assim o planeador pode rapidamente identificar um determinado RS ou até fazer uma pesquisa por tipo de intervenção, externa ou interna, técnico de manutenção, secção de trabalho, e equipamento. Pode ser bastante útil para efetuar determinados cálculos e análises por secção de trabalho, por equipamento, por técnico de manutenção, ou por tipo de intervenção.

Os valores inseridos na tabela 6.6 servem apenas como exemplo.

O relatório de serviço foi pensado e elaborado em *Excel*.

Na tabela seguinte estão representados registos de relatórios de serviço.

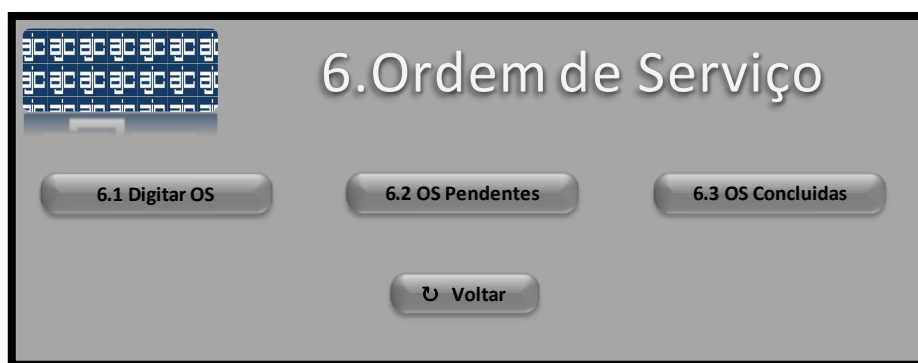
**Tabela 6.6 - Tabela de registos de relatórios de serviço**

Data	RS Nº	Código	Técnico	Secção	Equipamento	
05-01-2013	RS1	MC1	Ricardo Freitas	2	202.02	<div>Gravar</div> <div>⌂ Voltar</div>
06-01-2013	RS2	MC2	Rui Miguel	2	201.02	
01-02-2013	RS3	MC1	Ricardo Freitas	5	503.03	
22-02-2013	RS4	MC1	Ricardo Freitas	5	504.06	
13-03-2013	RS5	MC1	Ricardo Freitas	6	616.05	
23-03-2013	RS6	MC2	Rui Miguel	2	202.03	
25-03-2013	RS7	MC1	Ricardo Freitas	2	202.04	
09-04-2013	RS8	MC1	Ricardo Freitas	5	525.01	
09-04-2013	RS9	MC1	Ricardo Freitas	2	205.02	
10-04-2013	RS10	MC1	Ricardo Freitas	6	636.07	
25-04-2013	RS11	MC1	Ricardo Freitas	2	216.01	
04-02-2013	RS12	MC1	Ricardo Freitas	2	233.01	
15-02-2013	RS13	MC1	Ricardo Freitas	5	508.01	
15-02-2013	RS14	MC1	Ricardo Freitas	5	507.03	
15-02-2013	RS15	MC1	Ricardo Freitas	2	202.01	
17-02-2013	RS16	MC2	Rui Miguel	2	233.02	
17-02-2013	RS17	MC2	Luis Braga	5	503.03	
17-02-2013	RS18	MC1	Ricardo Freitas	6	637.05	
24-02-2013	RS19	MC1	Ricardo Freitas	5	504.06	
27-02-2013	RS20	MC1	Ricardo Freitas	5	508.03	
28-02-2013	RS21	MC1	Ricardo Freitas	5	507.03	
28-02-2013	RS22	MC1	Ricardo Freitas	5	525.01	
28-02-2013	RS23	MC2	Luis Braga	5	507.04	
28-02-2013	RS24	MC1	Ricardo Freitas	5	507.06	
02-03-2013	RS25	MC1	Ricardo Freitas	6	636.07	
02-03-2013	RS26	MC1	Ricardo Freitas	2	233.01	
02-03-2013	RS27	MC2	Luis Braga	5	507.06	
04-12-2013	RS28	MC1	Ricardo Freitas	2	205.02	

### 6.5.5 Ordem de Serviço

Voltando ao menu da figura 6.2, e pressionando no botão (6.Ordem de Serviço), é apresentado um menu conforme representado na figura 6.13. Aqui o planeador tem três opções disponíveis, digitar OS, OS pendentes e OS concluídas.

A figura 6.13 representa o menu 6.Ordem de Serviço.



**Figura 6.13 - Menu 6. Ordem de Serviço**

A primeira opção, digitar OS, é utilizada sempre que o planeador consulta a tabela do planeamento, tabela **6.7**, e verifica que é tempo de abrir uma ordem de serviço para ser realizada uma ou mais ações de manutenção preventiva e/ou preditiva. Para dar início a este processo, foi pensada e elaborada uma ficha designada ordem de serviço, conforme representada na figura **6.14**, em que o planeador faz o preenchimento da primeira secção com os dados do equipamento, a secção onde se encontra, e as ações de manutenção preventiva ou preditiva a realizar. Depois de realizado este passo, e através do botão (Imprimir e Gravar) representado na figura **6.14**, é feita uma gravação na pasta das ordens de serviço pendentes, e é impressa uma cópia a ser entregue ao responsável pela manutenção para tomar as medidas necessárias à realização da intervenção. Assim que a intervenção for concluída com sucesso, a OS é entregue ao planeador devidamente preenchida. Através do botão (6.2 OS Pendentes), o planeador tem acesso a pasta onde se encontram todos os ficheiros de OS pendentes. Depois de abrir a OS em questão, é feito o restante preenchimento com os dados da intervenção, e é gravado uma cópia na pasta do histórico do equipamento, e outra na pasta de OS concluídas, através do botão (Gravar no Histórico) representado na figura **6.14**. A pasta de OS concluídas é aberta através do botão (6.3 OS Concluídas), e representa todo o histórico de OS realizadas na empresa.

Nenhum serviço em condições normais deve ser realizado sem a emissão de uma ordem previamente aprovada.

A figura seguinte representa uma ordem de serviço, elaborada para registar ações de manutenção preventiva


	<b>ORDEM DE SERVIÇO</b>	Data: _____										
Secção: _____ Equipamento: _____ Nº _____ Nº Série _____												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Ação de Manutenção:</b> _____            _____            _____            _____            _____            _____            _____            _____         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Código</b> _____            _____            _____            _____            _____            _____            _____            _____         </td> </tr> </table>			<b>Ação de Manutenção:</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Código</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____								
<b>Ação de Manutenção:</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____	<b>Código</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Técnico Responsável: _____</td> <td style="width: 40%;">Nº _____</td> </tr> <tr> <td>Técnico Assistente 1: _____</td> <td>Nº _____</td> </tr> <tr> <td>Técnico Assistente 2: _____</td> <td>Nº _____</td> </tr> <tr> <td>Data: _____</td> <td>Início _____ : _____ Fim _____ : _____</td> </tr> </table>			Técnico Responsável: _____	Nº _____	Técnico Assistente 1: _____	Nº _____	Técnico Assistente 2: _____	Nº _____	Data: _____	Início _____ : _____ Fim _____ : _____		
Técnico Responsável: _____	Nº _____											
Técnico Assistente 1: _____	Nº _____											
Técnico Assistente 2: _____	Nº _____											
Data: _____	Início _____ : _____ Fim _____ : _____											
<b>Serviços Efectuados:</b> _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____												
<b>Material Aplicado</b>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Designação</th> <th style="width: 30%;">Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Designação	Quantidade								
Designação	Quantidade											
<b>Aprovação do Serviço</b>												
Equipamento encontra-se em boas condições para produzir : _____												
Equipamento encontra-se dentro dos padrões de higiene e segurança : _____												
Contador de Horas: _____												
Aprovação Técnica _____												
OS nº 1												
Imprimir e Gravar	Gravar no Histórico	⏪ Voltar										

Figura 6.14 - Ordem de serviço

### 6.5.6 Planeamento

No menu da figura 6.2, o planeador tem como uma das opções, o botão (4.Planeamento). Como o nome indica, esta opção reencaminha o planeador para uma folha de cálculo onde é feito todo o planeamento das ações de manutenção preditiva e preventiva. Este planeamento é feito através de uma tabela conforme representada em 6.7.

A tabela 6.7 é constituída por dezanove colunas, com a secção onde se encontra o equipamento, o código do equipamento, o sistema ou componente sujeito a manutenção, o código do sistema ou componente, a ação de manutenção a realizar e o respetivo código, a periodicidade, e os doze meses do ano. Através das ações de manutenção de todos os equipamentos selecionados, representadas nas tabelas em **anexo F**, procedeu-se á elaboração da tabela de planeamento.

Para isso, foram inseridos todos os equipamentos, respetivas secções, códigos de equipamento, ações de manutenção a realizar e respetivos códigos, e periodicidades. Em seguida foram inseridos todos os sistemas ou componentes sujeitos a manutenção, e foi feita toda a codificação através da tabela 6.2. Depois de inseridos todos estes dados, procedeu-se ao planeamento das intervenções ao longo do ano. Através da periodicidade, foi inserido o código da ação de manutenção na célula correspondente ao mês em que se irá realizar a intervenção. Para as ações que são realizadas todos os meses foi inserido o respetivo código nas células correspondentes a cada mês do ano. As intervenções anuais, foram todas inseridas nas células correspondente ao mês de agosto, devido á fábrica encerrar para férias. Esta decisão foi tomada pelo facto de existirem ações de manutenção que não são possíveis de realizar durante o funcionamento dos equipamentos, não prejudicando assim, a produção. Todas as ações que têm as mesmas características, mas com periodicidades mensais, bimestrais ou semestrais, têm que ser realizadas durante a hora de almoço dos trabalhadores ou no fim do dia laboral, conforme refere o autor Victor Pinto. As intervenções, com periodicidade semestral, foram planeadas para uma das intervenções ser realizada no mês de agosto.

Foi introduzida uma codificação visual, através quatro cores, vermelho, amarelo, verde e azul. Todas as ações de manutenção que estão por realizar, mantêm o respetivo código, sombreado a vermelho. Assim que é chegado o momento de realizar uma intervenção, é aberto uma ordem de serviço conforme representado na figura 6.14, em que o planeador substitui o código da ação de manutenção pelo número da respetiva OS na célula correspondente. Enquanto a ordem de serviço não é concluída, é mantida a amarelo permitindo ao planeador verificar facilmente todas as ordens de serviço que estão a decorrer. Assim que é concluída com sucesso, é sombreada a verde. A célula sombreada a azul representa uma ação corretiva que foi realizada, devido á necessidade de se mudar o óleo do sistema hidráulico. Esta correção foi determinada por uma análise de óleo realizada através da OS4, uma ação de manutenção preditiva.

Caso seja necessário ser feito algum ajuste no plano de manutenção, o planeador tem apenas de abrir a tabela, fazer a alteração e gravar através da tecla (Gravar).

As descrições de intervenções acima efetuadas, servem apenas como exemplo, para demonstrar a logica do planeamento das ações de manutenção.

Na tabela seguinte está representado parcialmente o planeamento da manutenção.

**Tabela 6.7 - Tabela de planeamento da manutenção**

Secção	Equip.	Sistema/Componente	Cod. Sistema	Ação de Manutenção	Cod. Manutenção	Periodicidade	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2	201.02	Equipamento	201.02	Limpeza geral	MPV33	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPV33	-	-	-	-
		Quadro eléctrico/Motor eléctrico	201.02.04.08/201.02.01.05	Análise termográfica	MPD2	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD2	-	-	-	-
		Motor eléctrico	201.02.01.05	Análise de vibrações	MPD3	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD3	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	201.02.01	Análise de ultrassons	MPD4	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD4	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	201.02.01	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	MPV2	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPV2	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	201.02.01	Verificar sistema hidráulico	MPV1	Mensal	OS1	OS39	OS63	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1
		Equipamento	201.02	Injectar massa lubrificante nos copos de lubrificação	MPV4	Mensal	OS1	OS39	OS63	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4
		Equipamento	201.02	Injectar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	MPV5	Mensal	OS1	OS39	OS63	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5
		Sist. Segurança e protecção	201.02.06	Verificar todos os órgãos de segurança	MPV38	Mensal	OS1	OS39	OS63	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38
		Esbarro	201.02.03.29	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	MPV39	Semest.	-	OS39	-	-	-	-	-	MPV39	-	-	-	-
		Sist. Comando e controlo	201.02.08	Verificar órgãos de comando e controlo	MPV40	Semest.	-	OS39	-	-	-	-	-	MPV40	-	-	-	-
		Micros	201.02.04.19	Verificar micros de fim de curso	MPV41	Semest.	-	OS39	-	-	-	-	-	MPV41	-	-	-	-
		Lâmina	201.02.03.31	Verificar a folga entre lamina	MPV42	Semest.	-	OS39	-	-	-	-	-	MPV42	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	201.02.01	Análise de óleo	MPD1	Semest.	OS2	-	-	-	-	-	MPD1	-	-	-	-	-
2	202.02	Equipamento	202.02	Limpeza geral	MPV33	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPV33	-	-	-	-
		Quadro eléctrico/Motor eléctrico	202.02.04.08/202.02.01.05	Análise termográfica	MPD2	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD2	-	-	-	-
		Motor eléctrico	202.02.01.05	Análise de vibrações	MPD3	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD3	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.02.01	Análise de ultrassons	MPD4	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD4	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.02.01	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	MPV2	Anual	-	RS1	-	-	-	-	-	MPV2	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.02.01	Verificar sistema hidráulico	MPV1	Mensal	OS3	OS40	OS64	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1
		Equipamento	202.02	Injectar massa lubrificante nos copos de lubrificação	MPV4	Mensal	OS3	OS40	OS64	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4
		Rolamento	202.02.03.13	Lubrificar rolamentos da mesa de elevação	MPV6	Mensal	OS3	OS40	OS64	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6
		Sist. Segurança e protecção	202.02.06	Verificar todos os órgãos de segurança	MPV38	Mensal	OS3	OS40	OS64	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38
		Esbarro	202.02.03.29	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	MPV39	Semest.	-	OS40	-	-	-	-	-	MPV39	-	-	-	-
		Sist. Comando e controlo	202.02.08	Verificar órgãos de comando e controlo	MPV40	Semest.	-	OS40	-	-	-	-	-	MPV40	-	-	-	-
		Pedal	202.02.03.30	Verificar pedal activador	MPV43	Semest.	-	OS40	-	-	-	-	-	MPV43	-	-	-	-
		Micros	202.02.04.19	Verificar micros de fim de curso	MPV41	Semest.	-	OS40	-	-	-	-	-	MPV41	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.02.01	Análise de óleo	MPD1	Semest.	OS4	-	-	-	-	-	MPD1	-	-	-	-	-
2	202.03	Equipamento	202.03	Limpeza geral	MPV33	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPV33	-	-	-	-
		Quadro eléctrico/Motor eléctrico	202.03.04.08/202.03.01.05	Análise termográfica	MPD2	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD2	-	-	-	-
		Motor eléctrico	202.03.01.05	Análise de vibrações	MPD3	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD3	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.03.01	Análise de ultrassons	MPD4	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPD4	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.03.01	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	MPV2	Anual	-	-	-	-	-	-	-	MPV2	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.03.01	Verificar sistema hidráulico	MPV1	Mensal	OS5	OS41	OS65	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1	MPV1
		Equipamento	202.03	Injectar massa lubrificante nos copos de lubrificação	MPV4	Mensal	OS5	OS41	OS65	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4	MPV4
		Equipamento	202.03	Injectar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	MPV5	Mensal	OS5	OS41	OS65	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5	MPV5
		Fuso	202.03.03.14	Lubrificar o fuso do esbarro	MPV7	Mensal	OS5	OS41	OS65	MPV7	MPV7	MPV7	MPV7	MPV7	MPV7	MPV7	MPV7	MPV7
		Rolamento	202.03.03.13	Lubrificar rolamentos da mesa de elevação	MPV6	Mensal	OS5	OS41	OS65	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6	MPV6
		Sist. Segurança e protecção	202.03.06	Verificar todos os órgãos de segurança	MPV38	Mensal	OS5	OS41	OS65	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38	MPV38
		Esbarro	202.03.03.29	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	MPV39	Semest.	-	OS41	-	-	-	-	-	MPV39	-	-	-	-
		Sist. Comando e controlo	202.03.08	Verificar órgãos de comando e controlo	MPV40	Semest.	-	OS41	-	-	-	-	-	MPV40	-	-	-	-
		Pedal	202.03.03.30	Verificar pedal activador	MPV43	Semest.	-	OS41	-	-	-	-	-	MPV43	-	-	-	-
		Micros	202.03.04.19	Verificar micros de fim de curso	MPV41	Semest.	-	OS41	-	-	-	-	-	MPV41	-	-	-	-
		Sistema hidráulico	202.03.01	Análise de óleo	MPD1	Semest.	OS6	-	-	-	-	-	MPD1	-	-	-	-	-

Gravar

Voltar

Das ações de manutenção preditiva estudadas, decidiu-se não introduzir no plano de manutenção, a análise de motor através de testes de grandezas elétricas por ser uma técnica complexa e dispendiosa. Todas as outras técnicas estudadas, como análise de vibrações, análise de óleo, análise ultrassónica e análise termográfica foram introduzidas no plano por se complementarem e serem relativamente económicas e pouco complexas. São ferramentas muito uteis e de extrema importância para a manutenção. Para realizar análises termográficas, a empresa teria que investir numa câmara termográfica conforme a representada na figura **3.5**, representando um investimento de cerca de 2500€. Ao contrário desta situação, para realizar análises ultrassónicas e análises de óleos (teste de viscosidade) a empresa possui um pequeno laboratório de metrologia, onde se encontra um viscosímetro e um aparelho de deteção de fugas através de ultrassons, conforme se pode verificar em **anexo H** nas figuras **H.1** e **H.2**, respetivamente. Todos os outros testes de análise de óleos, terão que ser feitos por empresas especializadas representando um custo reduzido. Para realizar análises de vibração seria necessário adquirir um instrumento de deteção de vibração conforme representado na figura **3.8**, representando um investimento de 9665€. Existem aparelhos bastante mais baratos mas não tão eficazes e completos como este.

Algumas das ações do plano de manutenção, nomeadamente ações de lubrificação, poderiam ser realizadas por operadores, pelo que existem outras mais complexas que necessitam da intervenção de um técnico especializado. Seria, portanto, necessário contratar um técnico de manutenção qualificado.

Dadas as circunstâncias económicas atuais, todo o programa de planeamento e controlo da manutenção foi pensado e elaborado de modo a representar o menor investimento possível, caso a empresa o decidisse aplicar.





## **7 Conclusões e Sugestões para Trabalhos Futuros**

### **7.1 Conclusões**

Apesar dos objetivos do estágio profissional realizado na empresa metalomecânica AJC serem direcionados para o processo produtivo, foi analisada e conhecida a realidade do ambiente de manutenção industrial.

Com o decorrer do estágio, foram feitas várias análises ao planeamento e controlo da manutenção, verificando-se a necessidade de realizar um estudo com o objetivo de criar um novo método de gestão de toda a manutenção.

Todas as mudanças sugeridas á empresa AJC para as atividades de manutenção, tem como objetivo melhorar todo o processo de manutenção, através da introdução de um plano estruturado, compatível com os objetivos da empresa, permitindo operar nas melhores condições de qualidade, custo, produção e segurança.

Com a revisão e reformulação das ações de manutenção, pretende-se melhorar as condições dos equipamentos assim como os manter nas suas devidas condições de funcionamento. Seria bastante ineficaz elaborar um novo método de planeamento e controlo da manutenção sem analisar as ações de manutenção, pois são estas ações, que na realidade vão manter os equipamentos em bom estado. A introdução de manutenção preditiva, teve como objetivo melhorar todo sistema de manutenção através do acompanhamento direto das condições do equipamento, permitindo eliminar ações de manutenção preventiva desnecessárias, corrigir alguma degradação antes da ocorrência de uma falha catastrófica, e consequentemente diminuir e ate eliminar gastos desnecessários.

O alargamento da codificação já existente nos equipamentos, para os sistemas e componentes sujeitos a manutenção, assim como a criação de um sistema de codificação, foi uma etapa com bastante relevância para organização do sistema de planeamento e controlo da manutenção.

Para harmonizar todos os processos de manutenção na empresa foi destacada a importância e as vantagens da implantação de um sistema informático. Como tal, foi proposto e estudado o desenvolvimento de uma linguagem em VBA, para controlar e manipular de forma organizada todo o planeamento preparado em *Excel*. É uma ferramenta de extrema importância para coordenar toda a informação proveniente do processo de manutenção.

A criação de uma área por equipamento teve como objetivo organizar toda a informação de um determinado equipamento, assim como, características técnicas, preço de custo, manuais, esquemas, desenhos técnicos, entre outros. É uma área onde o planeador tem toda a informação referente a um equipamento, de forma organizada, podendo ser consultada sempre que necessário.

A importância dada a todo histórico de intervenções, através de métodos para o salvar de forma organizada, destina-se a efetuar estudos no futuro, para serem tomadas decisões de carácter técnico e económico no sentido de avaliar a eficácia do programa de manutenção, assim como o estado do equipamento. É um registo de extrema importância, pois através de uma análise cuidada, a empresa pode salvar bastante dinheiro, gasto desnecessariamente.

O desenvolvimento da folha de cálculo referente ao desempenho dos equipamentos com todos os índices e indicadores de manutenção, teve como objetivo, permitir ao planeador acompanhar de forma concisa o cumprimento do plano de manutenção. Caso os indicadores, gerados automaticamente, demonstrem um mau desempenho, o planeador tem a informação que deve reajustar o plano de manutenção ou, em conjunto com a gerência, tomarem a decisão de substituir o equipamento. Os gráficos introduzidos na folha do desempenho ajudam a analisar os indicadores de manutenção de forma mais direta.

O registo de todas as peças aplicadas a cada equipamento nas diversas intervenções, assim como os valores despendidos nas mesmas, tem como objetivo fazer análises de caráter económico, e no futuro, criar um pequeno *stock* de peças consideradas críticas por serem responsáveis por avarias repetitivas, contribuindo para a redução dos tempos de reparação e consequentemente perdas de produção.

A tabela com o registo de horas de mão-de-obra tem como objetivo acompanhar e analisar todos os recursos humanos utilizados na manutenção, assim como os valores aplicados.

A folha de cálculo com todo o planeamento das ações de manutenção foi elaborada com o intuito de o planeador poder organizar de forma prática e objetiva todo o planeamento das intervenções de manutenção.

O relatório de serviço foi desenvolvido e elaborado para fazer todo o acompanhamento de uma intervenção corretiva interna ou externa. É aqui que o técnico responsável faz todos os registos da intervenção, posteriormente entregue ao planeador. Acaba por ser o elemento de transporte de informação entre o técnico responsável e o planeador. Posteriormente, o planeador faz as devidas análises, e retira todos os dados necessários para introduzir nos diversos campos de análise de toda a manutenção. Em seguida o ficheiro é arquivado no histórico em formato digital.

Foi criada e desenvolvida uma ficha com o nome de, ordem de serviço, para ordenar um determinado serviço, nomeadamente, intervenções preventivas e preditivas. Tal como o relatório de serviço, serve também, para o técnico responsável fazer todos os registos da intervenção e em seguida ser entregue ao planeador. Depois de analisado também é arquivado no histórico em formato digital.

Todo o planeamento e propostas feitas, resultaram de uma análise cuidada aos atuais métodos de manutenção praticados na empresa, sendo detetada a necessidade de inovação e mudança, através da introdução de novos métodos e novas técnicas para se praticar manutenção de forma eficaz a todos os equipamentos, possibilitando à empresa atingir todos os objetivos propostos com qualidade distinta.

## **7.2 Sugestão para futuros trabalhos a desenvolver**

Sugere-se que no futuro se venha a desenvolver a linguagem em VBA para o programa estudado.

Sugere-se ainda que se faça uma análise a todo o processo de manutenção, através de todos os dados de manutenção e de todo o histórico salvado.

## Referências Bibliográficas

Archiproducts <http://www.archiproducts.com>, consultado em (15/11/2011).

Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho <https://osha.europa.eu/pt/topics/noise>, consultado em (23/10/2011).

Almeida, P.F.P.T. (2009), *Excel*-Marcos e Aplicações, Editora Sílabo.

Associação Portuguesa de Manutenção Industrial <http://www.apmi.pt/normaliza%C3%A7%C3%A3o/>, consultado em (12/10/2011).

Cabral, J., (1998), *Organização e Gestão da Manutenção dos Conceitos à Prática*, 3ª edição, Editora Lidel.

CTG Lubrications Services <http://ctgls.com.au/oil-cleanliness-iso-4406/> consultado em (15/11/2011).

Coetzee, J., (1999), A Holistic Approach to the Maintenance “Problem”, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.

Didelet, F.; Viegas, J. C.; (2003), *Manutenção*, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal.

Empresa A.J. Costa (Irmãos), Lda., <http://www.ajcostairmaos.com/index.php/> , consultado em (23/07/2011).

Filho, G.B. (2008), *A Organização, o Planeamento, e o Controle da Manutenção*, Editora Ciência Moderna.

Ferreira, L. A. (1998), *Uma Introdução á Manutenção*, 1ª edição, Editora Publindústria.

Fluke <http://www.fluke.com>, consultado em (19/11/2011).

Integrated Power Services <http://www.ips.us/field-services/predictive-preventive-maintenance/> consultado em (02/12/2012).

Kardec, A.; Carvalho, C. (2002) *Gestão Estratégica e Terceirização*, Editora Qualitymark.

Lima, L.; Júnior, G.; Mendes, P.; Munhoz, J.; (2012), A Satisfação do Manutentor na Área Industrial: O Caso em uma Industria Frigorífica, *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa – Paraná – Brasil ISSN: 1981-3686 / v. 06, n. 02: p. 757-769, 2012, D.O.I: 10.3895/S1981-36862012000200003.

Lafraia, J.R.B. (2001), *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*, Editora Qualitymark.

Luqueta, G.R. (2007), Esterilizador a vapor com vácuo – aspectos mecânicos e de instrumentação necessários para a obtenção de um artigo estéril, *Revista Controle de Contaminação*.

Mariano, C.H. (2009), *Manutenção Preditiva*, Editora Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Monchy, F. (1989) *A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial*, Editora Durban Ltda.

- Monks, J., (1987), Administração da Produção, 1ª edição, Editora McGraw Hill.5.
- Mobley R. K. (2002), An Introduction to Predictive Maintenance, 2<sup>nd</sup> ed. Elsevier Science.
- Multierra <http://www.multierra.com.br/> consultado em (19/11/2011).
- Oda, E., (2007), A Sociedade do Conhecimento e Tecnologias Aplicadas, Editora FESP – Faculdade de Educação Superior do Paraná.
- Pascoli, J. (1994) Curso de Manutenção Industrial, Apostila.
- Pinto, A. K.; Xavier, J. (2002) Manutenção: função estratégica, Editora Qualitymark.
- Pinto, C., (1999), Organização e Gestão da Manutenção, 1ª edição, Editora Monitor.4.
- Pinto, V. M. (1994), Gestão da Manutenção, Editora ELO – Publicidade, Artes Gráficas, LDA.
- Srinivasan, P.K. (1982), Mechanical Vibration Analysis, Editora Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.
- Sullivan, G. P.; Pugh, R.; Melendez, A.P.; Hunt, W.D.; (2004), Operations & Maintenance, Best Practices, A Guide to Achieving Operational Efficiency, Release 2.0, Pacific Northwest National Laboratory.
- Tavares, L. (1999) Administração Moderna da Manutenção, Novo Polo Publicações.
- UNIMAR (2000), Técnicas de Manutenção Preditiva, Disciplina de Manutenção III, Curso de Tecnologia em Manutenção industrial.
- Viana, H. R. G., (2002), PCM – Planejamento e Controle de Manutenção, Editora Qualitymark.
- Werkema, M.C.C. (1995), As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos, Editora Qfco.

## Referências Bibliográficas de Apoio

Ascensão, R. P. D., (2010) “Optimização do Processo de Manutenção na CaetanoBus, S.A.,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Bastos, J. A. S., (2000) “Gestão e Organização Industrial.” AEP - associação empresarial de Portugal.

Cunha, R. C., (2005) “Análise do estado de conservação de um redutor de velocidade através da técnica de partículas de desgaste no óleo lubrificante auxiliada pela análise de vibrações,” Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista”Júlio de Mesquita Filho”.

Dhillon, B. S.,(2002) Engineering Maintenance, 1st ed. CRC Press.

Farinha, J. M. T., (2011) Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão. Monitor- Projectos e Edições, Lda.

Mobil, (1980) Fundamentos da Lubrificação, 3ª Edição. Mobil Oil Portuguesa.

Mirshawka, V., (1991) Manutenção preditiva- Caminho para zero defeitos, 1ª Edição. McGraw-Hill.

NSK, (2004) Vibrações Mecânicas Aplicadas à Manutenção, NSK Brasil.

Nogueira, J. C. B.; Reis V. P., (2010) “Emprego da termografia na inspeção preditiva,” Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense, vol. 1, 2010.

Paiva, O. G., (2000) “Análise das Vibrações Mecânicas.”.

Rodrigues, M. L. E. M., (2008) “Curso de especialização em manutenção produtiva total.”.

Santo, T., (2009) Gerenciamento e Manutenção de Equipamentos Eletromédicos nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde do Sudoeste do Paraná, Dissertação de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, Universidade Tecnológica do Paraná.

Spamer, F. R., (2009) “Técnicas preditivas de manutenção de máquinas rotativas,” Universidade federal do Rio de Janeiro.



## Anexo A – *Layout* das Secções Produtivas

A figura A.1 representa uma planta de toda a empresa que serve apenas para dar uma noção do espaço físico a relatar.

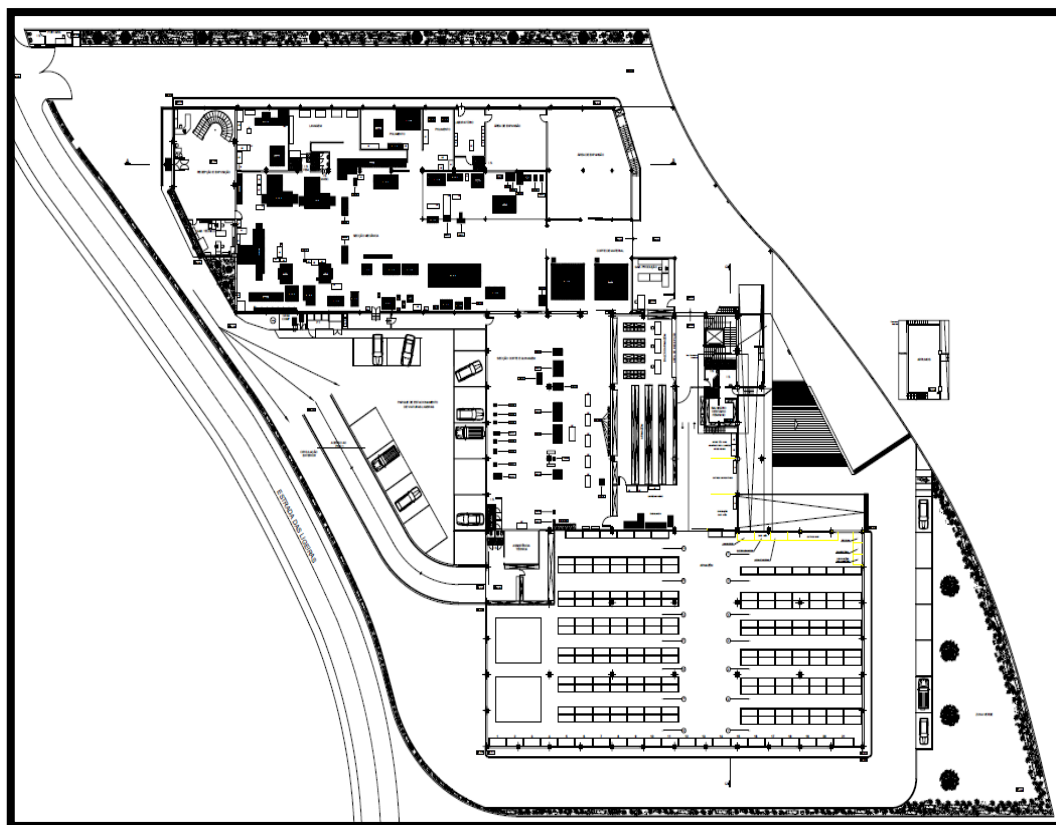


Figura A.1 - Planta da empresa A.J. Costa (Irmãos)

A figura A.2 representa o *layout* da secção de corte e quinagem.

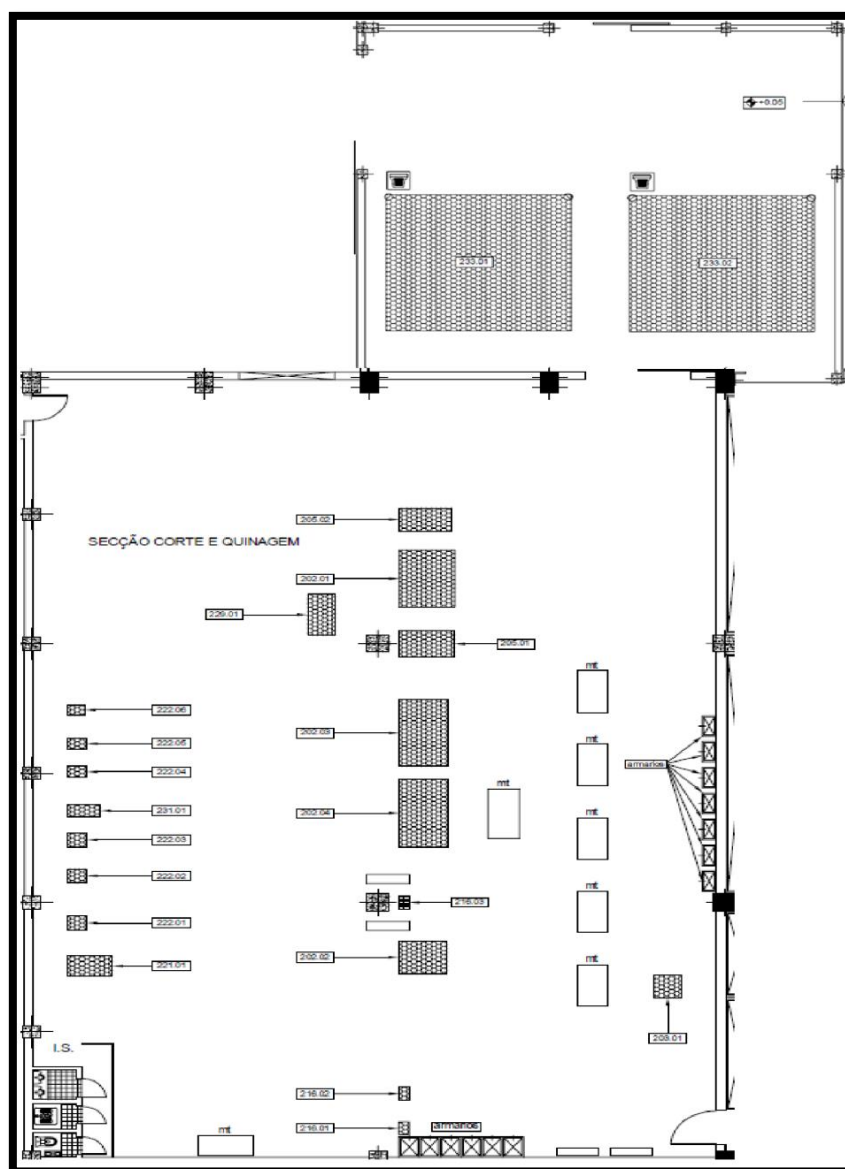


Figura A.2 - *Layout* da secção de corte e quinagem



A figura A.3 representa o *layout* da secção de mecânica.

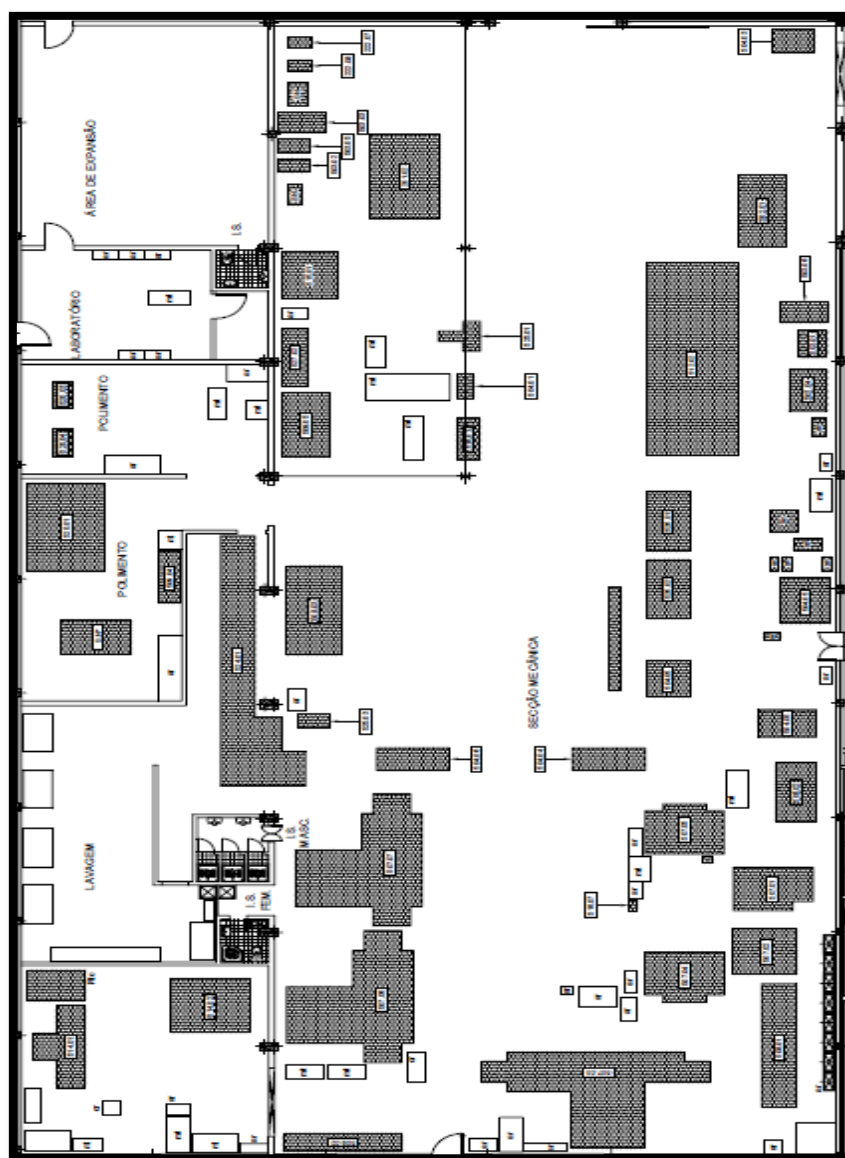


Figura A.3 - *Layout* da secção de mecânica

A figura A.4 representa o *layout* da secção de soldadura.

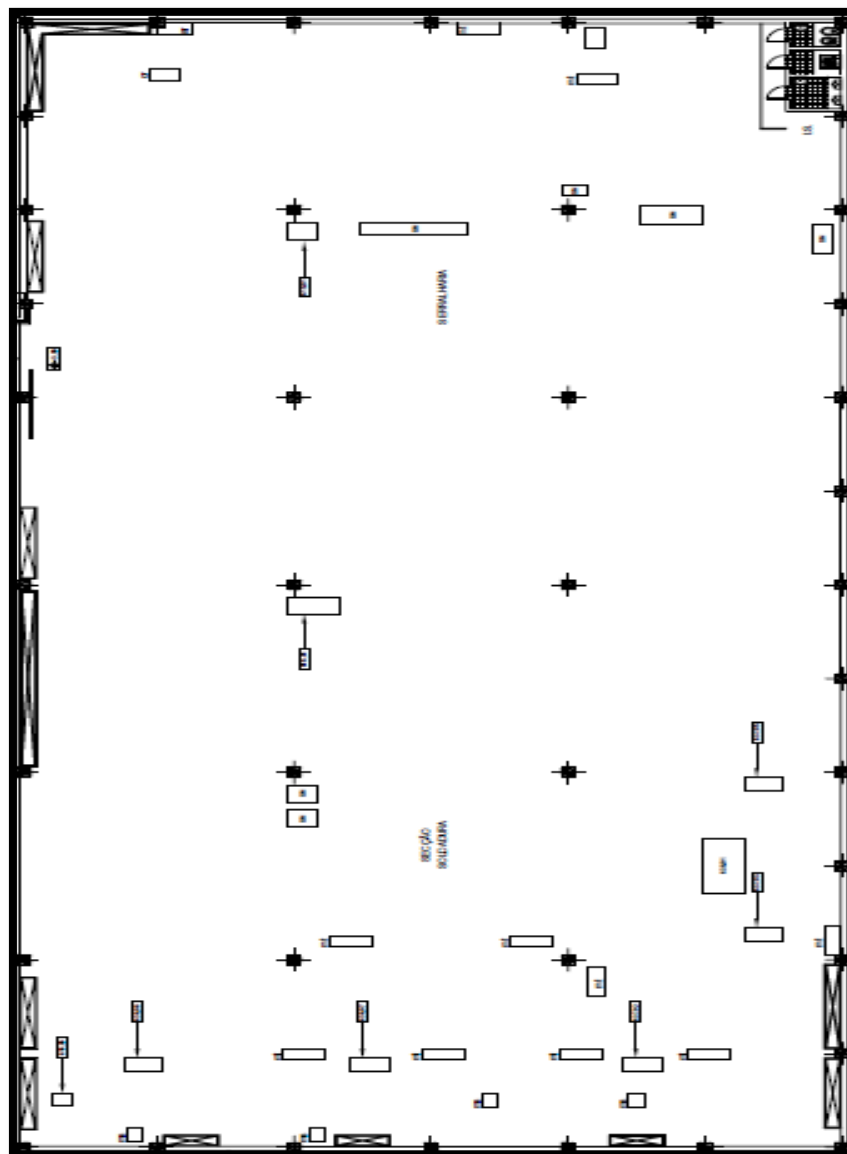


Figura A.4 - *Layout* da secção de soldadura

## Anexo B – Equipamento Produtivo Selecionado para o Plano de Manutenção

Para a secção de corte e quinagem:



a)

b)

a) Vista lateral

b) Vista frontal

**Figura B.1 - Guilhotina "ADIRA" modelo GH0-1030**



a)

b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.2 - Quinadeira "ADIRA" modelo "QHA 4512"**



a)



b)

- a) Vista frontal
- b) Vista lateral

**Figura B.3 - Quinadeira "ADIRA" modelo "QH 6025"**



a)



b)

- a) Vista frontal
- b) Vista lateral

**Figura B.4 - Quinadeira "ADIRA" modelo "QH 6025"**



a)

b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.5 - Máquina de cantos "FIM" modelo "V204"**



a)

b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.6 - Engenho de furar "STRANDS" modelo "S68"**



a)



b)

a) Vista lateral  
b) Vista frontal

**Figura B.7 - Máquina de corte por jacto de água "Flying Bridge" modelo "5015"**



a)



b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.8 - Máquina de corte por jacto de água "WMC" modelo "3020"**



Para a secção de mecânica:



a)

b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.9 - Prensa mecânica "Mecânica Exacta" modelo "CPE90"**



a)

b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.10 - Prensa hidráulica "ADIRA" modelo "PHDM 400 tons."**



a)



b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.11 - Centro maquinação C.N.C. "TEM" modelo "BF-3200"**



a)



b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.12 - Centro maquinação C.N.C. "LAGUN " modelo "MC1000"**





a)

b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.13 - Centro maquinação C.N.C. "MTE" modelo "BF-2200"**



a)

b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.14 - Torno C.N.C. "TRAUB" modelo "TNM 42"**



a)



b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.15 - Torno C.N.C. "VICTOR" modelo "V. Turn - 16"**



a)



b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.16 - Torno C.N.C. "DAEWOO" modelo "PUMA 400"**



a)

b)

a) Vista frontal

b) Vista lateral

**Figura B.17 - Serrote Fita "MEGA" modelo "BS-300"**

Para a secção de soldadura:



a)

b)

a) Vista lateral

b) Vista frontal

**Figura B.18 - Engenho de furar "PowerShop" modelo "L-1"**



a)



b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.19 - Máquina de soldar MIG "FRONIUS" modelo "Transpluls Synergetic 2700"**



a)



b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.20 - Máquina de Soldar MIG "FRONIUS" modelo "Transpluls Synergetic 2700"**





a)



b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.21 - Máquina de Soldar TIG "MIGATRONIC" modelo "Navigator 3000"**



a)



b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.22 - Máquina de Soldar TIG "HOBART" modelo "TigWave 250"**



a)



b)

a) Vista frontal  
b) Vista lateral

**Figura B.23 - Máquina de soldar TIG "FRONIUS" modelo "FK2200"**

## Anexo C - Componentes Fabricados

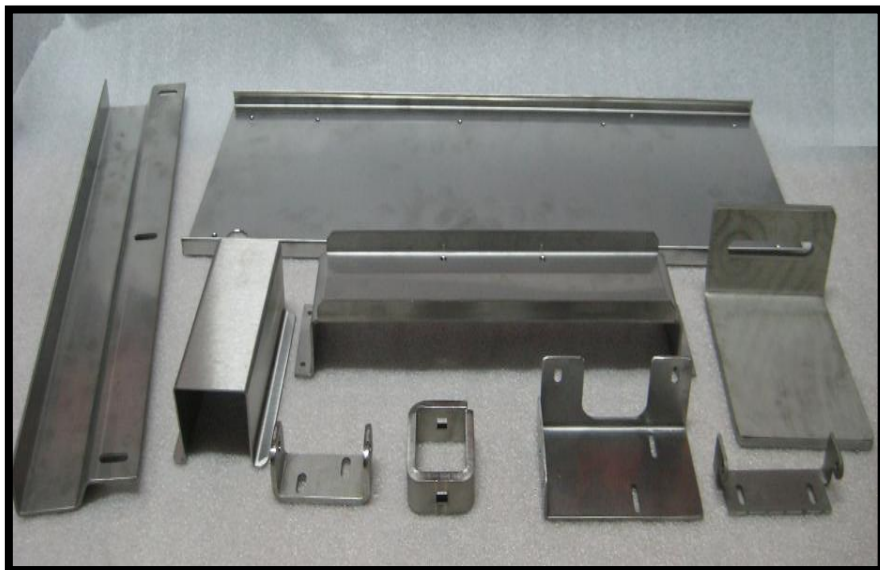


Figura C.1 - Peças cortadas e quinadas na secção de corte e quinagem

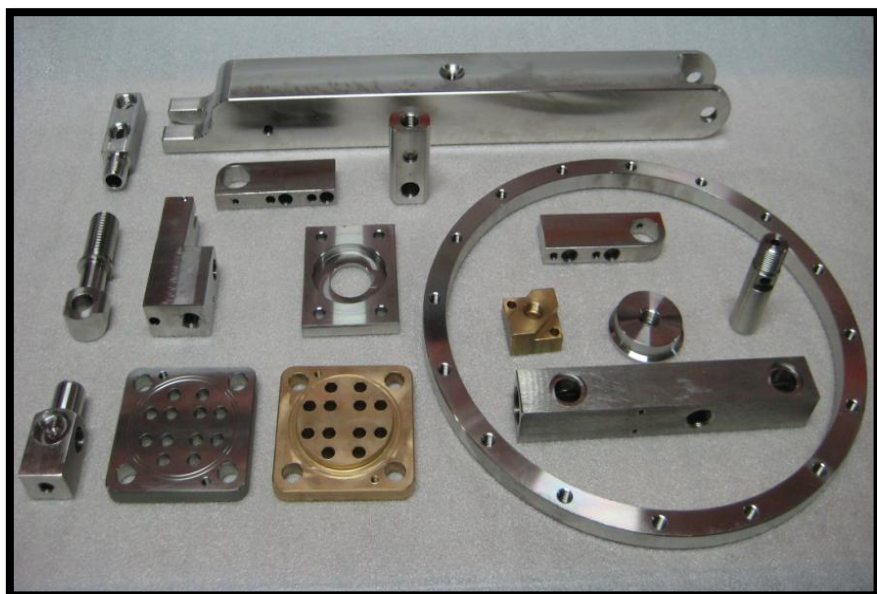
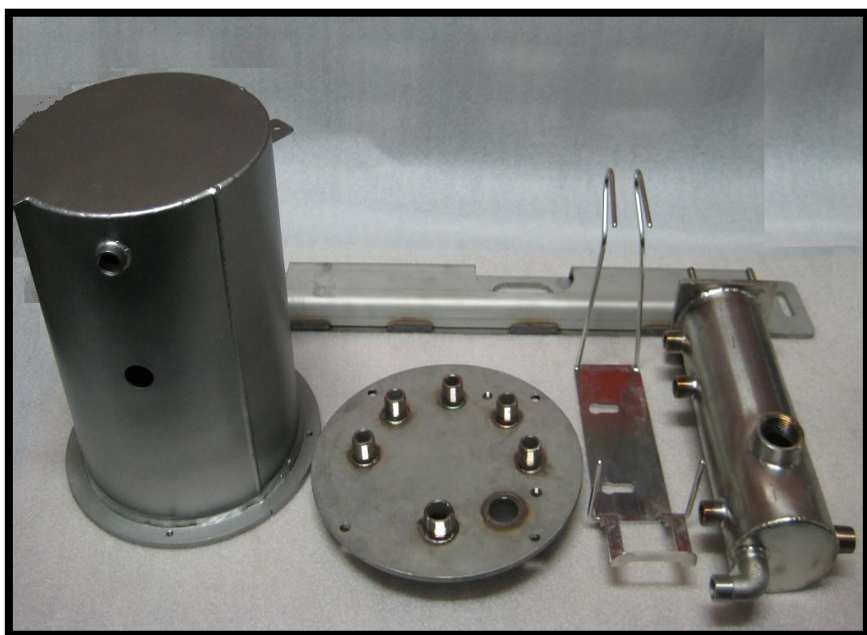


Figura C.2 - Peças fresadas, furadas e roscadas na secção de mecânica



**Figura C.3 - Peças torneadas na secção de mecânica**



**Figura C.4 - Peças soldadas na secção de soldadura**



## Anexo D – Documentos de Manutenção

A figura D.1 representa um relatório de assistência externa.

<b>FLOW EUROPE GMBH</b> Gewerbestraße 95 75015 Bretten Germany Tel.: +49-7252-538-0 Fax: +49-7252-538-530 http://www.flowgmbh.com		<b>Montagebericht</b> Service report number, Rapport de service n° Informe de montaje número, Rapporto sul montaggio número 017236 *		<b>Monteur</b> Erector, Monteur, Montador, Técnico Sergio Garcia Datum Date, Date, Data 16/2/2014																																																																																										
<b>Kunde</b> Customer, Client, Cliente, Cliente HJ Costa Anschrift (bitte vollständig mit Land, Straße, Ort, usw.) Address (complete with country, street, city, etc.) Adresse (complet en indiquant pays, rue, ville, etc.). Señas (completas indicando país, calle, ciudad, etc.). Indirizzo (completo indicando paese, strada, città, etc.)		<b>Zuständig</b> Responsible, Responsable, Responsabile, Responsable Arturo <b>Telefon-Nr.</b> Telephone, Téléphone, Telefono, Telefono		<b>Bestell-Nr.</b> Order number, N° de commande, N° de pedido, Ordine d'acquisto número Vom from, de, del, del																																																																																										
<b>Inbetriebnahme</b> Initial operation, Mise en service, Puesta en marcha, Avviamento <b>Anlogentyp</b> Installation/model, Installation/modèle, Instalación/modelo, Sistema/modelo WMC CONV ZH <b>Pumpentyp</b> Type of the pump, Type de la pompe, Tipo de la bomba, Pompa/modelo SO 6-SSK		<b>Wartung</b> Maintenance, Maintenance, Manutenzione <b>Maschinen-Nr.</b> Machine number, N° de la machine, Número de la máquina, Numero della macchina <b>Serien-Nr.</b> Serial number, N° de série, Número de serie, Numero di serie 7303		<b>Reparatur</b> Service, Réparation, Reparación, Riparazione <b>Schulung/Einweisung</b> Introduction, Stage of formation, Curso de formación, Corso d'istruzione <b>Betriebsstunden</b> Working hours, Heures de travail, Horas de servicio, Ore di lavoro																																																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Zeit</th> <th>Total</th> <th>Reisekosten</th> <th>Nebenkosten</th> <th>Code-Erklärungen</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Date, Date</th> <th>From hour, De l'heure, Dalle ore</th> <th>Hours, Heures, Ore</th> <th>Travelling expenses, Frais de voyage, Gastos de viaje, Spese di viaggio</th> <th>Extras, Frais supplémentaires, Gastos suplementarios, Spese supplementarie</th> <th>Code-explanations, Explications du code, Explicación del código, Elenco dei codici</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mo, Lu, Tu, We, Th, Fri, Sat, Sun, Di, Do</td> <td>14/2</td> <td>8:30 18:00</td> <td>3</td> <td>65</td> <td>1 660</td> <td>1 - PKW Car, Voiture, Coche, Auto</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15/2</td> <td>8:00 17:30</td> <td>9.5</td> <td></td> <td></td> <td>2 - Leihwagen Rental car, Voiture de location, Coche de alquiler, Auto in prestito</td> </tr> <tr> <td></td> <td>16/2</td> <td>8:00 20:00</td> <td>12.5</td> <td>75</td> <td>1 660</td> <td>3 - Flugzeug Plane, Avion, Avion, Aeroplano</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4 - Eisenbahn Train, Train, Ferrocarril, Tren</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5 - Fähre Ferry, Ferry, Barca, Traghetto</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6 - Autobahngelühr Toll, Péage, Peaje, Pedaggio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7 - Parkplatz Parking, Parking, Aparcamiento, Parcheggio</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8 - Benzin Gasoline, Pétrole, Gasolina, Gazolina</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>9 - Taxi</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10 - Übergewicht Overweight baggage, Bagages pondéraux, Exceso de equipaje, Excesso di peso</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>11 - Flughafengebühr Airport tax, Taxe d'aéroport, Derecho aeroportuario, Tassa aeroportuaria</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Zeit	Total	Reisekosten	Nebenkosten	Code-Erklärungen		Date, Date	From hour, De l'heure, Dalle ore	Hours, Heures, Ore	Travelling expenses, Frais de voyage, Gastos de viaje, Spese di viaggio	Extras, Frais supplémentaires, Gastos suplementarios, Spese supplementarie	Code-explanations, Explications du code, Explicación del código, Elenco dei codici	Mo, Lu, Tu, We, Th, Fri, Sat, Sun, Di, Do	14/2	8:30 18:00	3	65	1 660	1 - PKW Car, Voiture, Coche, Auto		15/2	8:00 17:30	9.5			2 - Leihwagen Rental car, Voiture de location, Coche de alquiler, Auto in prestito		16/2	8:00 20:00	12.5	75	1 660	3 - Flugzeug Plane, Avion, Avion, Aeroplano							4 - Eisenbahn Train, Train, Ferrocarril, Tren							5 - Fähre Ferry, Ferry, Barca, Traghetto							6 - Autobahngelühr Toll, Péage, Peaje, Pedaggio							7 - Parkplatz Parking, Parking, Aparcamiento, Parcheggio							8 - Benzin Gasoline, Pétrole, Gasolina, Gazolina							9 - Taxi							10 - Übergewicht Overweight baggage, Bagages pondéraux, Exceso de equipaje, Excesso di peso							11 - Flughafengebühr Airport tax, Taxe d'aéroport, Derecho aeroportuario, Tassa aeroportuaria	<b>Ausgeführte Arbeiten</b> Work carried out, Travaux effectués, Trabajo efectuado, Lavori effettuati - Substitución PC + PMAG + GATENAY. Actualización a FM 6.0. Recondicionamiento eléctrico de máquina. - Puesta en marcha y pruebas. - Fie. 1. Sensor altura no funciona porque el eje no funciona correctamente. Se repara potenciómetro y se prueban bombonas y se prueba (+R/L). Vermerke (nur vom Kunden auszufüllen) z.B. wie waren Sie mit dem Service zufrieden? Note (fill in only by customer) for example: Are you satisfied with our service? Note (à remplir par le client) par exemple: Vous êtes satisfait avec service? Nota (a llenar por el cliente) por ejemplo: ¿Han estimado nuestro servicio? Nota (da riempire dal cliente) per esempio: È soddisfatto del nostro servizio? - Deben sustituirse guías y pafines porque provocan sobrecalentamiento y pueden dañar servos siemens.	
	Datum	Zeit	Total	Reisekosten	Nebenkosten	Code-Erklärungen																																																																																								
	Date, Date	From hour, De l'heure, Dalle ore	Hours, Heures, Ore	Travelling expenses, Frais de voyage, Gastos de viaje, Spese di viaggio	Extras, Frais supplémentaires, Gastos suplementarios, Spese supplementarie	Code-explanations, Explications du code, Explicación del código, Elenco dei codici																																																																																								
Mo, Lu, Tu, We, Th, Fri, Sat, Sun, Di, Do	14/2	8:30 18:00	3	65	1 660	1 - PKW Car, Voiture, Coche, Auto																																																																																								
	15/2	8:00 17:30	9.5			2 - Leihwagen Rental car, Voiture de location, Coche de alquiler, Auto in prestito																																																																																								
	16/2	8:00 20:00	12.5	75	1 660	3 - Flugzeug Plane, Avion, Avion, Aeroplano																																																																																								
						4 - Eisenbahn Train, Train, Ferrocarril, Tren																																																																																								
						5 - Fähre Ferry, Ferry, Barca, Traghetto																																																																																								
						6 - Autobahngelühr Toll, Péage, Peaje, Pedaggio																																																																																								
						7 - Parkplatz Parking, Parking, Aparcamiento, Parcheggio																																																																																								
						8 - Benzin Gasoline, Pétrole, Gasolina, Gazolina																																																																																								
						9 - Taxi																																																																																								
						10 - Übergewicht Overweight baggage, Bagages pondéraux, Exceso de equipaje, Excesso di peso																																																																																								
						11 - Flughafengebühr Airport tax, Taxe d'aéroport, Derecho aeroportuario, Tassa aeroportuaria																																																																																								
<b>Stand der Arbeiten</b> Status of the work, Etat des travaux, Estado del trabajo, Stato dei lavori Fertig Finished, Terminé, Terminato Dauern an Still to be done, A continuer, A continuar, In corso Unterbrochen Stopped, Arrêt, Parado, Interrotti		<b>Garantie/Kulanz</b> Warranty, Garantie, Garanzia <b>Demo</b> Test, Demonstration, Demonstración, Demonstrazione <b>Service/Berechnung</b> Service invoicing, Service facturé, Servicio facturado, Addebitare assistenza tecnica <b>Andere</b> Others, Autres, Otros, Altri																																																																																												
Die Unterschrift dient lediglich dem Nachweis. Die Frage der Bezahlung der hier bestätigten Leistungen richtet sich nach den getroffenen Vereinbarungen. The signature confirms the service. The service is paid as fixed in the written form. La signature fait preuve du service fourni. Le paiement du service fait l'objet des conditions prises mutuellement par écrit. La firma serve como confirmación. El servicio está facturado según el acuerdo. La firma serve come conferma. Il servizio prestato verrà fatturato secondo accordi intercorsi.				<b>Datum</b> Date, Date, Data <b>Service-techniker</b> Service engineer, Assistant technique, Asistente técnico, Técnico <b>Kunde</b> Customer, Client, Cliente, Cliente <b>Serviceleiter</b> Service manager, Chef de service, Director del servicio, Direttore tecnico																																																																																										

Figura D.1 - Relatório de assistência técnica externa

A figura D.2 representa o plano de manutenção preventiva referente a um equipamento.

Plano de Operações de Manutenção		
ANO	2010	
EQUIPAMENTO	Quinadeira "ADIRA" Mod. QHA 4512	
CÓDIGO	202.02	
REVISÃO / DATA	01 / 25-03-08	

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
OPERAÇÃO 1	M											
OPERAÇÃO 2	M											
OPERAÇÃO 3	M											
OPERAÇÃO 4	S											
OPERAÇÃO 5	A											
OPERAÇÃO 6	A											
PARAGENS												

Nota: Paragens longas, Traçar. Quando recomear, verificar tudo - Manutenção Correctiva registar no impresso IM080

OPERAÇÃO 1 - Verificar Sistema Hidráulico  
OPERAÇÃO 2 - Rolamentos  
OPERAÇÃO 3 - Verificar copos de lubrificação com massa

OPERAÇÃO 4 - Fuso  
OPERAÇÃO 5 - Mudar Óleo Sistema Hidráulico  
OPERAÇÃO 6 - Limpeza Geral

A - Anual  
M - Mensal  
S - Semanal



- Plano de lubrificação da CASTROL  
- Plano interno de manutenção

IM114/01 05/03/2008

1/1

Figura D.2 - Plano de manutenção preventiva

A figura D.3 representa o plano de lubrificação Castrol referente a um equipamento.

 <h2 style="text-align: center;">PLANO DE LUBRIFICAÇÃO</h2>				
EMPRESA <b>A.J.COSTA</b>		N.º DO PLANO <b>8010037</b>		
EQUIPAMENTO		DATA <b>27.04.98</b>		
Máquina/Órgãos a lubrificar	Lubrificante	Período de serviço	Período de muda	Capacidade em litros
<b>202.02 QUINADEIRA "ADIRA" MOD.: QHA 4512</b>				
-Sistema hidráulico	CASTROL HYPIN AWS 68	MENSAL	ANUAL	---
-Rolamentos	CASTROL SPHEEROL AP2	MENSAL	---	---
-Copos lubrificação a massa	CASTROL SPHEEROL AP2	MENSAL	---	---
-Fuso	CASTROL SPHEEROL AP2	SEMANAL	---	---
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end; margin-top: 20px;"> <div> <p>VS/MC DI0R0030</p>  </div> <div> <p>Pág. 4/59</p> </div> </div>				

**Castrol Portuguesa, Lda.**

2.ª RUA PARTICULAR, 26 • ALCÂNTARA • APARTADO 3219 • 1306 LISBOA CODEX • TELEFS. (01) 363 99 50 • FAX (01) 363 86 18  
CONTRIBUINTE N.º 500059489 • CAPITAL SOCIAL 185 000 000\$00 • MATRICULADA NA C.R.C. DE LISBOA 43 827

**Figura D.3 - Plano de lubrificação CASTROL para um equipamento**



A figura D.4 representa um desenho técnico do equipamento 202.03

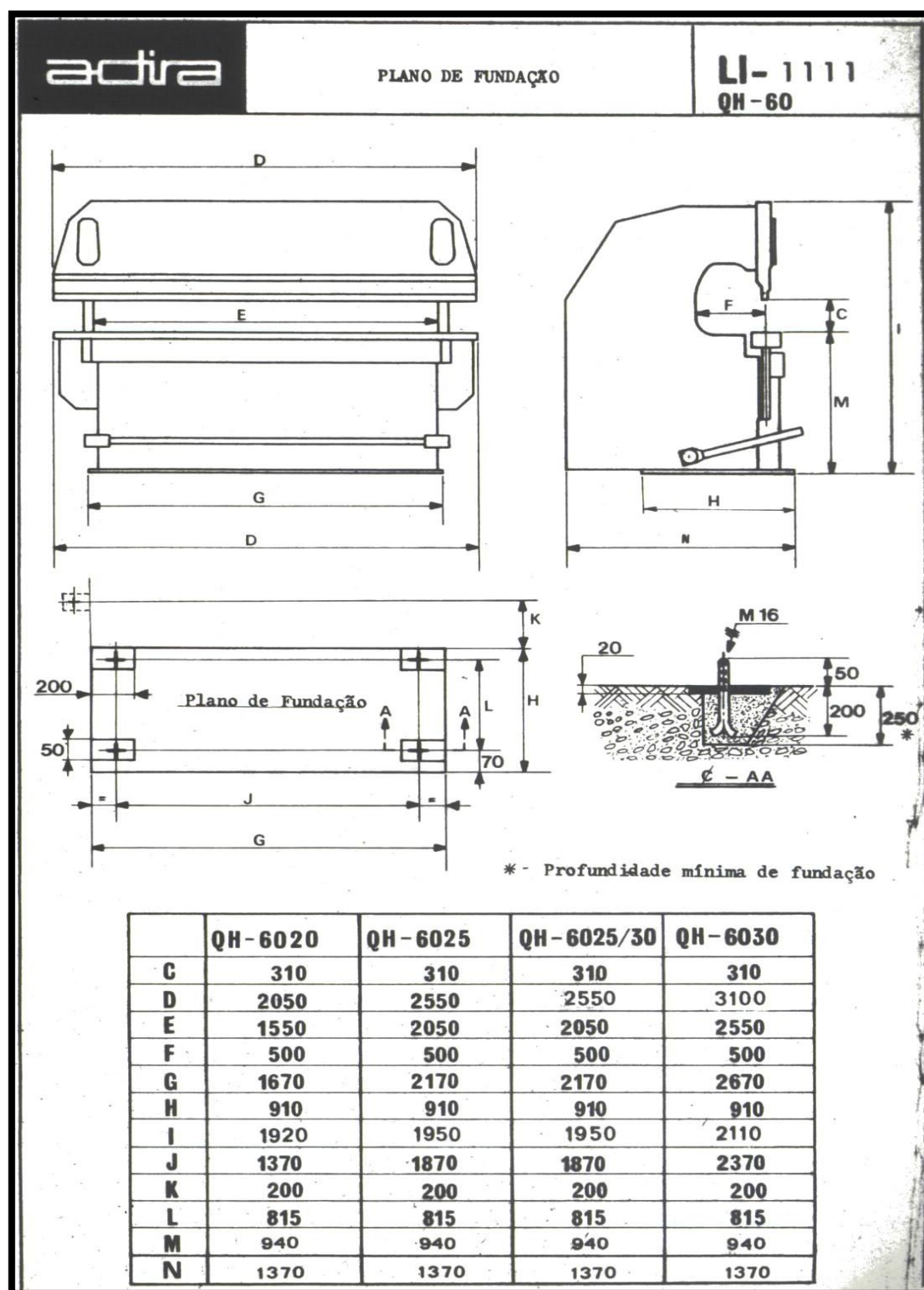


Figura D.4 - Desenho técnico do equipamento 202.03

## Anexo E – Tabelas com o Plano de Lubrificação CASTROL

Na tabela seguinte estão representadas as ações de lubrificação para os equipamentos da secção 2.

**Tabela E.1 - Tabela de lubrificação dos equipamentos da secção 2**

<b>Equip.</b>	<b>Órgãos a Lubrificar</b>	<b>Lubrificante</b>	<b>Período Serviço</b>	<b>Período Muda</b>
201.02	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Copo lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Pontos lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Semanal	N/A
202.02	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Rolamentos	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
202.03	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Rolamentos	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Pontos lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Semanal	N/A
	Fuso	SPHEEROL AP2	Semanal	N/A
202.04	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Rolamentos	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Pontos lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Semanal	N/A
	Fuso	SPHEEROL AP2	Semanal	N/A
205.02	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
	Pontos lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Semanal	N/A
216.01	Caixa de velocidades	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
233.01	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
233.02	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A

Na tabela seguinte estão representadas as ações de lubrificação para os equipamentos da secção 5.

**Tabela E.2 - Tabela de lubrificação dos equipamentos da secção 5**

<b>Equip.</b>	<b>Órgãos a Lubrificar</b>	<b>Lubrificante</b>	<b>Período Serviço</b>	<b>Período Muda</b>
503.03	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	ALPHA SP 460	Mensal	N/A
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Semanal	N/A
	Pontos lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Lubrificação da linha de ar	HYSPIN AWS 22	Semanal	N/A
504.06	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
507.03	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Caixa de velocidades	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Lubrificação da linha de ar	HYSPIN AWS 22	Mensal	N/A
	Rolamentos motor elétrico	SPHEEROL AP2	Anual	N/A
	Lubrificação da cabeça	TRIBOL 3499	Mensal	N/A
507.04	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Caixa de velocidades	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 68	Mensal	Anual
	Cabeçote	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A
507.06	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Caixa de velocidades	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Lubrificação da linha de ar	HYSPIN AWS 22	Semanal	N/A
	Rolamentos motor elétrico	SPHEEROL AP2	Anual	N/A
	Lubrificação da cabeça	TRIBOL 3499	Mensal	N/A
508.01	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Alimentador	HYSPIN AWS100	Mensal	Anual
508.02	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 46	Mensal	Anual
	Redutor do alimentador	HYSPIN AWS100	Mensal	Anual
	Lubrificação da linha de ar	HYSPIN AWS 22	Semanal	N/A
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Semanal	N/A
	Rolamentos motor elétrico	SPHEEROL AP2	Anual	Anual
508.03	Sist. Centr. Lubrif. a óleo	MAGNA BD 68	Mensal	N/A
	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Caixa redutora passadeira	ALPHA SP150	Mensal	Anual
	Caixa de velocidades	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Porta ferramentas	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
	Rolamentos motor elétrico	SPHEEROL AP2	Anual	Anual
525.01	Caixas engrenagens	ALPHA SP150	Semestral	Anual
	Sistema hidráulico	HYSPIN AWS 32	Semestral	Anual
	Tensor da fita	MAGNA BD 68	Semanal	N/A
	Guias e barramentos	MAGNA BD 68	Semanal	N/A
	Copos lubrificação a massa	SPHEEROL AP2	Mensal	N/A

Na tabela seguinte estão representadas as ações de lubrificação para os equipamentos da secção 6.

**Tabela E.3 - Tabela de lubrificação dos equipamentos da secção 6**

<b>Equip.</b>	<b>Órgãos a Lubrificar</b>	<b>Lubrificante</b>	<b>Período de Serviço</b>	<b>Período de Muda</b>
616.05	Caixa de velocidades	HYSPIN AWS 32	Mensal	Anual
636.06	N/A	N/A	N/A	N/A
636.07	N/A	N/A	N/A	N/A
637.02	N/A	N/A	N/A	N/A
637.03	N/A	N/A	N/A	N/A
637.05	N/A	N/A	N/A	N/A

## Anexo F – Tabelas com o Plano de Manutenção AJC

Na tabela seguinte estão representadas todas as ações de manutenção para os equipamentos da secção 2.

**Tabela F.1 - Tabela de manutenção dos equipamentos da secção 2**

<b>Equip.</b>	<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Period.</b>	<b>Material</b>
<b>201.02</b>	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV5	Injetar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPV42	Verificar a folga entre lâminas	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>202.02</b>	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV6	Lubrificar rolamentos da mesa de elevação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPV43	Verificar pedal ativador	Semest.	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A



<b>202.03</b>	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV5	Injetar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV7	Lubrificar o fuso do esbarro	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV6	Lubrificar rolamentos da mesa de elevação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPV43	Verificar pedal ativador	Semest.	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>202.04</b>	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV5	Injetar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV6	Lubrificar rolamentos da mesa de elevação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPV43	Verificar pedal ativador	Semest.	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>205.02</b>	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A

<b>205.02</b>	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV5	Injetar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV44	Verificar os limites dos ângulos	Semest.	N/A
	MPV45	Verificar bloqueio das lâminas na posição de corte	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>216.01</b>	MPV9	Mudar óleo da caixa de velocidades	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPV8	Verificar caixa de velocidades	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV46	Verificar bucha de aperto	Semest.	N/A
	MPV47	Verificar sistema de travamento e elevação da mesa	Semest.	N/A
<b>233.01</b>  <b>233.02</b>	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV48	Lubrificar o fuso e barramentos	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV17	Verificar sistema pneumático	Semest.	N/A
	MPV49	Verificar circuito de aspiração de abrasivo	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar o funcionamento dos eixos	Semest.	N/A
	MPV41	Verificar as proteções do fuso e barramentos	Semest.	N/A
	MPV33	Limpeza geral	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
	MPV11	Verificar conexões soltas	Semest.	N/A
	MPV10	Verificar fugas de água e óleo no intensificador	Semest.	N/A

Na tabela seguinte estão representadas todas as ações de manutenção para os equipamentos da secção 5.

**Tabela F.2 - Tabela de manutenção dos equipamentos da secção 5**

<b>Equip.</b>	<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Period.</b>	<b>Material</b>
<b>503.03</b>	MPV15	Verificar correias e a sua afinação	Anual	N/A
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Mensal	ALPHA SP 460
	MPV2	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV5	Injetar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
<b>504.06</b>	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV14	Lubrificar barramentos	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>507.03</b> <b>507.06</b>	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV9	Mudar óleo da caixa de velocidades	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV17	Verificar sistema pneumático	Anual	N/A
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV8	Verificar caixa de velocidades	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV13	Lubrificação da linha de ar	Mensal	HYSPIN AWS 22
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2

<b>507.03</b> <b>507.06</b>	MPV16	Lubrificar a cabeça (copo de massa)	Mensal	TRIBOL 3499
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>507.04</b>	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 68
	MPV9	Mudar óleo da caixa de velocidades	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV37	Lubrificar corrente do cabeçote	Anual	SPHEEROL AP2
	MPV17	Verificar sistema pneumático	Anual	N/A
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 68
	MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV8	Verificar caixa de velocidades	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV13	Lubrificação da linha de ar	Mensal	HYSPIN AWS 22
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
<b>508.01</b>	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV20	Mudar óleo do alimentador	Anual	HYSPIN AWS100
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV19	Verificar alimentador	Mensal	HYSPIN AWS100
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>508.02</b>	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 46
	MPV35	Mudar óleo do redutor do alimentador	Anual	HYSPIN AWS100
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A

<b>508.02</b>	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 46
	MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV34	Verificar redutor do alimentador	Mensal	HYSPIN AWS100
	MPV13	Lubrificação da linha de ar	Mensal	HYSPIN AWS 22
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>508.03</b>	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV22	Mudar óleo da caixa redutora passadeira	Anual	ALPHA SP150
	MPV24	Mudar óleo do porta ferramentas	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV21	Verificar caixa redutora passadeira	Mensal	ALPHA SP150
	MPV23	Verificar porta ferramentas	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
<b>525.01</b>	MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPD3	Análise de vibrações	Anual	N/A
	MPD4	Análise de ultrassons	Anual	N/A
	MPV1	Verificar sistema hidráulico	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV25	Verificar tensor da fita	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV26	Verificar guias e barramentos	Mensal	MAGNA BD 68
	MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Mensal	SPHEEROL AP2
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV42	Verificar correia de transmissão	Mensal	N/A
	MPV41	Verificar micros de fim de curso	Semest.	N/A
	MPV40	Verif. órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A

<b>525.01</b>	MPD1	Análise de óleo	Semest.	N/A
---------------	------	-----------------	---------	-----

Na tabela seguinte estão representadas todas as ações de manutenção para os equipamentos da secção 6.

**Tabela F.3 - Tabela de manutenção dos equipamentos da secção 6**

<b>Equip.</b>	<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Period.</b>	<b>Material</b>
<b>616.05</b>	MPV9	Mudar óleo da caixa de velocidades	Anual	HYSPIN AWS 32
	MPV33	Limpeza geral	Anual	N/A
	MPV8	Verificar caixa de velocidades	Mensal	HYSPIN AWS 32
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A
	MPV46	Verificar bucha de aperto	Semest.	N/A
	MPV47	Verificar sistema de travamento e elevação da mesa	Semest.	N/A
<b>616.05</b> <b>636.06</b> <b>636.07</b> <b>637.02</b> <b>637.03</b> <b>637.05</b>	MPD2	Análise termográfica	Anual	N/A
	MPV27	Limpar filtro de ar	Bimestral	N/A
	MPV29	Verificar cabo de rede	Bimestral	N/A
	MPV30	Verificar ficha de rede	Bimestral	N/A
	MPV31	Verificar tocha de soldar	Bimestral	N/A
	MPV32	Verificar mangueiras de ligação	Bimestral	N/A
	MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Mensal	N/A
	MPV28	Limpar interior do aparelho	Semest.	N/A
	MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Semest.	N/A

## Anexo G – Tabela com Ações de Manutenção AJC

Na tabela seguinte estão representadas as ações de manutenção necessárias e a suas codificações.

**Tabela G.1 - Tabela de ações de manutenção**

<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Manutenção</b>
MC1	Manutenção corretiva interna	Corretiva
MC2	Manutenção corretiva externa	Corretiva
MPD1	Análise de óleo	Preditiva
MPD2	Análise termográfica	Preditiva
MPD3	Análise de vibrações	Preditiva
MPD4	Análise de ultrassons	Preditiva
MPV1	Verificar sistema hidráulico	Preventiva
MPV2	Mudar óleo do sistema hidráulico e filtro óleo	Preventiva
MPV3	Mudar filtro de óleo	Preventiva
MPV4	Injetar massa lubrificante nos copos de lubrificação	Preventiva
MPV5	Injetar óleo lubrificante nos pontos de lubrificação	Preventiva
MPV6	Lubrificar rolamentos da mesa de elevação	Preventiva
MPV7	Lubrificar o fuso do esbarro	Preventiva
MPV8	Verificar caixa de velocidades	Preventiva
MPV9	Mudar óleo da caixa de velocidades	Preventiva
MPV10	Mudar vedantes do intensificador	Preventiva
MPV11	Verificar conexões soltas	Preventiva
MPV12	Mudar filtro de ar	Preventiva
MPV13	Lubrificação da linha de ar	Preventiva
MPV14	Lubrificar barramentos	Preventiva
MPV15	Verificar correias e a sua afinação	Preventiva
MPV16	Lubrificar a cabeça (copo de massa)	Preventiva
MPV17	Verificar sistema pneumático	Preventiva
MPV19	Verificar alimentador	Preventiva
MPV20	Mudar óleo do alimentador	Preventiva
MPV21	Verificar caixa redutora passadeira	Preventiva
MPV22	Mudar óleo da caixa redutora passadeira	Preventiva
MPV23	Verificar porta ferramentas	Preventiva
MPV24	Mudar óleo da porta ferramentas	Preventiva
MPV25	Verificar tensor da fita	Preventiva
MPV26	Verificar guias e barramentos	Preventiva
MPV27	Limpar filtro de ar	Preventiva
MPV28	Limpar interior do aparelho	Preventiva
MPV29	Verificar cabo de rede	Preventiva
MPV30	Verificar ficha de rede	Preventiva
MPV31	Verificar tocha de soldar	Preventiva

MPV32	Verificar mangueiras de ligação	Preventiva
MPV33	Limpeza geral	Preventiva
MPV34	Verificar redutor do alimentador	Preventiva
MPV35	Mudar óleo do redutor do alimentador	Preventiva
MPV36	Sistema centralizado de lubrificação a óleo	Preventiva
MPV37	Lubrificar corrente do cabeçote	Preventiva
MPV38	Verificar todos os órgãos de segurança	Preventiva
MPV39	Verificar o curso e funcionamento do esbarro	Preventiva
MPV40	Verificar órgãos de comando e controlo	Preventiva
MPV41	Verificar micros de fim de curso	Preventiva
MPV42	Verificar a folga entre lâminas	Preventiva
MPV43	Verificar pedal ativador	Preventiva
MPV44	Verificar os limites dos ângulos	Preventiva
MPV45	Verificar bloqueio das lâminas na posição de corte	Preventiva
MPV46	Verificar bucha de aperto	Preventiva
MPV47	Verificar sistema de travamento e elevação da mesa	Preventiva
MPV48	Lubrificar o fuso e barramentos	Preventiva
MPV49	Verificar circuito de aspiração de abrasivo	Preventiva
MPV40	Verificar o funcionamento dos eixos	Preventiva
MPV41	Verificar as proteções do fuso e barramentos	Preventiva
MPV42	Verificar correia de transmissão	Preventiva



## Anexo H – Equipamento de Manutenção Preditiva

A figura seguinte representa um viscosímetro, propriedade da empresa AJC.



**Figura H.1 - Viscosímetro**

A figura seguinte representa um aparelho de análise de ultrassons, propriedade da empresa AJC.



**Figura H.2 - Aparelho de análise ultrassónica**